جهاد دانشگاهی
واحد صنعتی امیرکبیر
معاونت پژوهشی

عنوان:

مطالعات امکان‌سنجی مقدماتی

تولید نانو دی اکسید تیتانیوم

مشاور:

جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

معاونت پژوهشی

تابستان ۱۳۸۹

آدرس: تهران ـ خیابان حافظ ـ دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران) ـ جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر ـ معاونت پژوهشی تلفن: ۸۸۸۰۸۷۵۰ و ۸۸۸۹۲۱۴۳ فکس: ۸۸۸۰۶۹۸٤
Email:research@jdamirkabir.ac.ir **www.jdamirkabir.ac.ir**

خلاصه طرح

نام محصول		نانو تیتانیوم دی اکسید
موارد کاربرد		تولید انواع رنگ، لوازم آرایشی و بهداشتی، ساخت سرامیک و فتوکاتالیست، تصفیه آب و فاضلاب، فیلتراسیون گازها، زدودن رنگ، بو و گند، از بین بردن سلولهای سرطانی، تولید دیوارهای خود تمیز شونده و شیشه‌های ضد مه، کاغذسازی و تولید پوشش مقاوم در برابر اشعه ماورا بنفش
ظرفیت پیشنهادی طرح	(تن در سال)	۸۵
عمده مواد اولیه مصرفی		تتراکلرید تیتانیوم
میزان مصرف سالیانه مواد اولیه	(تن)	مشخص نیست
کمبود/مازاد محصول در سال ۱۳۹۰	(تن)	در حال حاضر فقط برای مصارف تحقیقاتی از خارج وارد می‌شود.
اشتغال‌زایی	(نفر)	۳۹
سرمایه‌گذاری ثابت طرح	**ارزی** (یورو)	-
	ریالی (میلیون ریال)	۱۹۲۵۶
	مجموع (میلیون ریال)	۱۹۲۵۶
سرمایه در گردش طرح	**ارزی** (یورو)	-
	ریالی (میلیون ریال)	۲۱۵۷۸
	مجموع (میلیون ریال)	۲۱۵۷۸
زمین مورد نیاز	(متر مربع)	۵۰۰۰
زیربنا	**تولیدی** (متر مربع)	۱۰۰۰
	انبار (متر مربع)	۵۰۰۰
	خدماتی (متر مربع)	۴۰۰
مصرف سالیانه آب، برق و سوخت	**آب** (متر مکعب)	۲۷۰۰
	برق (کیلو وات)	۶۷۵۰۰۰
	گازوئیل (لیتر)	۵۴۰۰۰۰
	گاز (مترمکعب)	۱۳۵۰۰۰
محل‌های پیشنهادی برای احداث واحد صنعتی		شهرک صنعتی نصیرآباد در تهران و شهرک‌های صنعتی استان‌های کرمان و آذربایجان‌غربی

فهرست مطالب

عناوین	صفحه
۱ـ معرفی محصول.....	٤
۱ـ۱ـ نام و کد آیسیک محصول.....	۶
۱ـ۲ـ شماره تعرفه گمرکی.....	۶
۱ـ۳ـ شرایط واردات.....	۷
۱ـ٤ـ بررسی و ارائه استاندارد.....	۷
۱ـ۵ـ بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول.....	۷
۱ـ۶ـ توضیح موارد مصرف و کاربرد.....	۸
۱ـ۷ـ بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول.....	۱۰
۱ـ۸ـ اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز.....	۱۰
۱ـ۹ـ کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول	۱۱
۱ـ۱۰ـ شرایط صادرات.....	۱۲
۲ـ وضعیت عرضه و تقاضا.....	۱۳
۲ـ۱ـ بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول.....	۱۳
۲ـ۲ـ بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز).....	۱٤
۲ـ۳ـ بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸٤	۱۵
۲ـ٤ـ بررسی روند مصرف از آغاز برنامه.....	۱۶
۲ـ۵ـ بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸٤ و امکان توسعه آن.....	۱۶
۲ـ۶ـ بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم.....	۱۷

عناوین	صفحه
۳ـ بررسی اجمالی تکنولوژی و روش های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها.....	۱۸
٤ـ تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم در فرآیند تولید محصول....	۲۵
۵ـ بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌های فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و ...).....	۲۶
۶ـ میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی و ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده.....	٤۰
۷ـ پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح.....	٤۱
۸ـ وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال.....	٤۳
۹ـ بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه ـ راه‌آهن ـ فرودگاه ـ بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح.....	٤٤
۱۰ـ وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی.....	٤۷
۱۱ـ تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید.....	٤۹
۱۲ـ منابع و ماخذ.....	۵۰

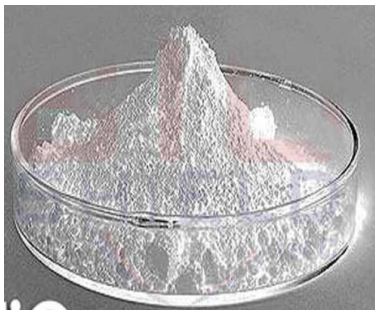
۱ـ معرفی محصول

تیتانیوم فلزی است جامد نقره ای چکش خوار با چگالی ۵/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب نقطه ذوب ۱۶۷۵ درجه سانتیگراد و نقطه جوش ۳۲۶۰ درجه سانتیگراد .به اندازه فولاد محکم است، اما ۴۵ درصد از آن سبکتر است. در مقابل خوردگی بسیار مقاوم است، اما در مقابل کلر و گوگرد خورده می‌شود دارای قابلیت جوشکاری بالایی است. به حالت مذاب فعال است، با اسید نیتریک واکنش نمی‌دهد، اما اسید سولفوریک غلیظ و اسید کلریدریک غلیظ با آن واکنش می‌دهند. در دمای ۱۲۰۰ درجه خود به خود آتش می‌گیرد و به شدت اشتعال زا است.

تیتانیم عمدتاً به دو صورت دی اکسید تیتانیم و فلز به منظور تهیه آلیاژهای مختلف کاربرد دارد که سهم دی اکسید تیتانیم ۹۳ درصد و از آن فلز تیتانیم ۷ در صد می‌باشد. مهم‌ترین کاربرد دی اکسید تیتانیم در ساخت رنگدانه‌هاست. خصوصیاتی نظیر ضریب شکست نوری بالا (۲/۴۹- ۲/۹۰)، سفیدی بریلیانی، پوشش‌دهی عالی، درخشندگی، خنثی بودن و مقاومت سایشی و حرارتی بالای آن، درجه دیرگدازی بالا، توان زیاد در توزیع و انتشار یکنواخت و مقاومت در برابر تغییر رنگ باعث شده که TiO_2 به عنوان یک رنگدانه بسیار باارزش و بی رقیب بیشترین مصرف را در صنایع رنگسازی داشته باشد.

دی اکسید تیتانیوم که با نام‌های اکسید تیتانیومIV یا تیتانیا شناخته می‌شود دارای فرمول شیمیایی TiO_2 است. زمانی‌که به عنوان رنگدانه مورد استفاده قرار می‌گیرد نام‌های تیتانیوم سفید، رنگدانه سفید و CI۷۷۸۹۱ به خود می‌گیرد. تمام خصوصیات دی اکسید تیتانیوم نیز در نانو دی اکسید تیتانیوم وجود دارد با این تفاوت که اندازه ذرات آن بسیار کوچکتر است و از این رو قابلیت و اثرکنندگی بیشتری دارد چرا که به واسطه کوچک بودن اندازه ذرات، سطح تماس بیشتر می‌شود و کارایی افزایش می‌یابد. زمانی که اندازهٔ ذرات TiO_2 به مقیاس نانو کاهش می‌یابد، فعالیت فتوکاتالیستی می‌تواند افزایش یابد چرا که مساحت سطح موثر افزایش می‌یابد. شکل (۱) نمایی از پودر نانو دی اکسید تیتانیوم را نشان می‌دهد.

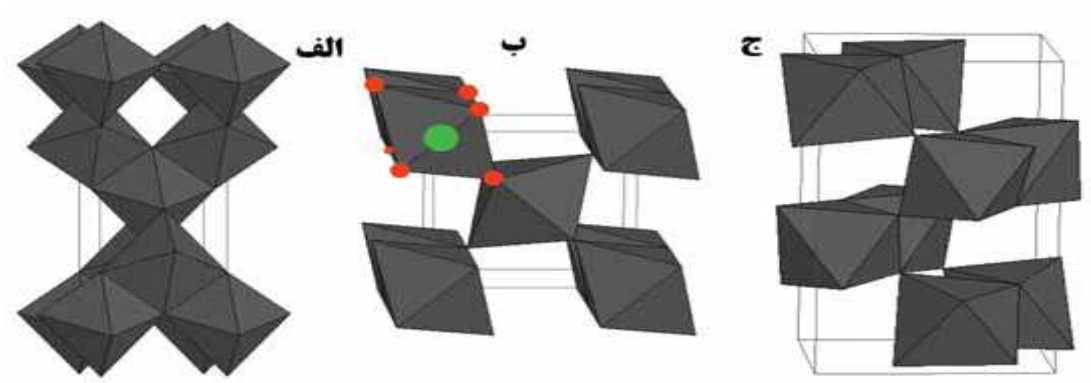
دی‌اکسیدتیتانیوم محصول با ارزشی است که با توجه به نوع ساختار کریستالی می‌تواند کاربردهای زیادی به عنوان رنگدانه، کاتالیست در واکنش‌های فوتوکاتالیستی در حسگرهای گازی و یا عایق‌های سرامیکی داشته باشد.



شکل (۱) نمایی از پودر نانو دی اکسید تیتانیوم

دی اکسید تیتانیوم در سه فاز اصلی (سه فازکریستالی) وجود دارد: روتیل، آناتاس و بروکیت. از بین این سه فاز، فاز روتیل پایدارتر است و دو فاز دیگر یعنی آناتاس و بروکیت در اثر حرارت به روتیل تبدیل می‌شوند. از نظر فضایی، فازهای روتیل و آناتاس تتراگونال و بروکیت اورتورومبیک است. در شکل ۲(الف-ج) فازهای ساختاری آناتاس، روتیل و بروکیت مشاهده می‌شوند. البته برای برخی کاربردها از قبیل فیلتر کردن معمولی محلول، نیاز به فاز کریستال نیست. فاز کریستالی زمانی ضروری است که کاربرد خاصی چون فتوکاتالیستی یا نیمه رسانایی مد نظر باشد.

برای مثال فاز آناتاس برای رنگ‌های حساس نوری و کاتالیز نوری استفاده می‌شود و فاز روتیل بیشتر در دی‌الکتریک‌ها و حسگرهای اکسیژن دمای بالا به کار می‌رود.



شکل ۲ ساختارهای بلوری نانو دی اکسید تیتانیوم: الف) آناتیس، ب) روتایل و ج) بروکیت

دی اکسیدتیتانیوم‌به شکل آناتاز یک ماده نیمه هادی است که به دلیل هزینه کم قدرت اکسیداسیون قوی در برابر اشعه UV و طبیعت ابر آب دوستی آن عمدتا برای طراحی پوشش‌های نور فعال استفاده می‌شود.

۱ـ۱ـ نام و کد آیسیک محصول

متداول‌ترین طبقه‌بندی و دسته‌بندی در فعالیت‌های اقتصادی همان تقسیم‌بندی آیسیک است. تقسیم‌بندی آیسیک طبق تعریف عبارت است از: طبقه‌بندی و دسته‌بندی استاندارد بین‌اللمللی فعالیت‌های اقتصادی. این دسته‌بندی با توجه به نوع صنعت و محصول تولید شده به هریک کدهایی دو، چهار و هشت رقمی اختصاص داده می‌شود. کدهای آیسیک مرتبط با صنعت تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): کدهای آیسیک مرتبط با صنعت نانو دی اکسید تیتانیوم

ردیف	کد آیسیک	نام کالا
۱	۲۴۱۱۱۵۴۱	نانو دی اکسید تیتانیوم

۲ـ۱ـ شماره تعرفه گمرکی

در داد و ستدهای بین‌المللی جهت کدبندی کالا در امر صادرات و واردات و مبادلات تجاری و همچنین تعیین حقوق گمرکی و غیره از دو نوع طبقه‌بندی استفاده می‌شود که عبارت است از طبقه‌بندی و نامگذاری براساس بروکسل و طبقه‌بندی مرکز استاندارد و تجارت بین‌المللی. بر همین اساس در مبادلات بازرگانی خارجی ایران طبقه‌بندی بروکسل جهت طبقه‌بندی کالاها استفاده می‌شود که در خصوص نانو دی اکسید تیتانیوم در جدول (۲) ارائه شده است.

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و اطلاعات کسب شده از وزارت صنایع و معادن و اتاق بازرگانی صنایع و معادن تهران هیچ تعرفه مشخصی در خصوص صادرات و واردات نانو دی اکسید تیتانیوم وجود ندارد.

جدول (۲): تعرفه‌های گمرکی مربوط به صنعت. نانو دی اکسید تیتانیوم

ردیف	شماره تعرفه گمرکی	نوع کالا	حقوق ورودی	SUQ
۱	ندارد	نانو دی اکسید تیتانیوم	-	-

۳ـ۱ـ شرایط واردات

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و اطلاعات کسب شده از وزارت بازرگانی هیچگونه اطلاعات موثق و مشخصی در خصوص واردات نانو دی اکسید تیتانیوم گزارش نشده است. با توجه به کاربردها و خصوصیات این محصول شرایط واردات آن تابع قوانین گمرکی کشور است و هیچ‌گونه محدودیتی در این خصوص وجود ندارد.

۴ـ۱ـ بررسی و ارائه استاندارد

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته هیچگونه استاندارد بین المللی خاصی در خصوص نانو دی اکسید تیتانیوم گزارش نشده است. فقط بعضی از کشورهای تولید کننده خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و موارد کاربرد آن را ذکر کرده‌اند. تنها استانداردهای مربوط و نزدیک به این محصول در جدول (۳) ارایه شده است.

جدول (۳): استانداردهای مرتبط با نانو دی اکسید تیتانیوم

ردیف	شماره استاندارد	عنوان استاندارد	مرجع
	۷۴۸۴	تیتانیوم دی اکسید مورد مصرف در رنگها ویژگی‌ها و روش‌های آزمون	مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
	۱۲۳۲۵	آیین کار سلامت و ایمنی در محیط‌های کار با نانو مواد	استاندارد ملي ايران
	ISO 5647:1990	Determination of titanium dioxide content	www.iso.org

۵ـ۱ـ بررسی و ارائه اطلاعات لازم در زمینه قیمت تولید داخلی و جهانی محصول

نانو دی اکسید تیتانیوم در داخل کشور تولید نمی‌شود در حالی که ایران یکی از ذخایر بزرگ تیتانیوم در جهان را دارا است. این محصول درداخل کشور در حد آزمایشگاهی توسط برخی محققین تولید شده است ولی تولید آن در مقیاس صنعتی و نیمه صنعتی در ایران انجام نمی‌گیرد و این محصول بیشتر از طریق واردات در ایران مصرف می‌شود. قیمت انواع مختلف نانو دی اکسید تیتانیوم در ایالات متحده آمریکا در

جدول (۴) ارایه شده است. همچنین قیمت نانودی اکسید تیتانیوم با ابعاد مختلف که در داخل کشور به فروش می رسد در جدول (۵) ارایه شده است.

جدول (۴) قیمت انواع مختلف نانو دی اکسید تیتانیوم در ایالات متحده آمریکا

Product #22N-0801A Nano TiO_2 Powder, anatase, 99.9%, 40 nm m.p. 1830-1850 ^oC, b.p. 2500-3000 ^oC, density 3.89g/cm^3	Material Name	Titanium Dioxide (Titania) Nano Powder, Anatase	
	Formula	TiO_2	
	Specification	99.9%; anatase, primary particle size ~40 nm (from SEM & BET surface area), BET multi-point specific surface area (SSA) >40 m^2/g, spray-dry agglomerated to ~50 microns for easy handling	
	Quantity & Price	50 g	Contact us for a quote
		100 g	$52.00
		250 g	$78.00
		500 g	$110.00
		1 kg	$180.00
		5 kg	$132.00/kg
		10 kg	$105.00/kg
		20 kg	$78.00/kg
		50-1,000 kg	Contact us for a quote

جدول (۵) قیمت نانودی اکسید تیتانیوم با ابعاد مختلف که در ایران

ساخت	متوسط اندازه (نانومتر)	وزن (گرم)	قیمت (ریال)	خلوص (درصد)	سطح ویژه (m^2/g)
آلمان - ژاپن	۲۱	۱۰۰	۱۸۷۰۰۰۰	۹۹,۵	۳۵-۶۵
آلمان	۲۰	۱۰۰	۱۲۵۰۰۰۰	۹۹	۴۰
آلمان	۱۰	۱۰۰	۱۳۵۰۰۰۰	۹۹	۱۵۰

۶ـ۱ـ توضیح موارد مصرف و کاربرد

استفاده تجاری از نانو دی اکسید تیتانیوم بعنوان فتوکاتالیست در زمینه‌هایی مانند تصفیه آب، پاکسازی هوا و استرلیزه کردن /ضد عفونی کردن در دنیا فراگیر شده است.

در بسیاری از کارهای انجام شده، رسوب دادن دی اکسید تیتانیوم بر روی سطوحی با مقاومت گرمایی بالا چون شیشه و سلیکا با روش سل- ژل گزارش شده است. دمای بالای ۵۰۰ درجه سانتیگراد فیلم یا گروه آناتاس یا آناتاس/ روتیل بر روی سطح سلیکا تولید می‌کند.

اخیراً مطالعه‌های زیادی در زمینه هسته زایی آناتاس در دمای نسبتاً پایین گزارش شده است، از جمله؛

الف) پوشش دادن زیر لایه‌ها به روش سل - ژل در معرض آب جوش.

ب) روش سل - ژل در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد در معرض بخار آب.

ج) در دمای ۱۸۰-۶۰ به وسیله فیلم‌های TiO_2/SiO_2 در معرض بخار آب.

د) نانو کریستال آناتاس اخیراً به وسیله محلول نمک الکلTTIP در دمای پایین با فرآیند سل- ژل با ابعاد ۲۰ نانومتر بر روی پارچه پنبه‌ای تولید می‌شود.

ه) سفیدگری و مرسریزاسیون منسوجات پنبه‌ای فعال شده با پلاسمایMW و RF همراه با تابش نور ماوراء بنفش.

از TiO_2 برای از بین بردن آلودگی‌های آلی مانند پلی کلرو بی فنیل، تولوئن، سورفکتانت‌ها، حشره‌کش‌ها و ترکیبات فنلی، اسیدهای کربوکسیلی، سولفیدهای آروماتیک، هیدروکربن‌ها و رنگ‌های آلی استفاده می‌شود. تخریب فتو کاتالیستی TiO_2 مواد زیادی چون ۴-کلرو ۲- متیل فنل، الکل‌های گازی، فرمالدهید، ۳-آمینو-۲ دی کلرو پریدین، فنل، ۴- کلرو فنل، ۲ و ۵ – دی کلرو فنل، ۲و ۴و ۵-تری کلرو فنل، ۱و ۳و ۵ تری هیدروکسی بنزن، ۲و ۳-هیدروکسی فتالین و متیلن بلو در شرایط تابش مختلف مورد مطالعه قرار گرفته و ویژگی ممتاز این ماده تأیید شده است. که این مشوق بررسی روش‌های جدید برای ساخت منسوجات با ویژگی‌های خود تمیز شوندگی است.

فاز آناتاس قابلیت جذب UV را دارد و از آن برای کرم ضد آفتاب استفاده می‌شود.

با به کار بردن نانو دی اکسید تیتانیوم بر روی سلولز یا پنبه پدیده خود تمیز شوندگی گزارش شده است. همچنین از نانو دی اکسید تیتانیوم جهت خود تمیز شوندگی سطحی استفاده شده و محصولات تجاری چون سرامیک‌های حمام و آشپزخانه‌ها، پارچه‌ها، فیلترهای هوای خانگی و پنجره‌های شیشه‌ای با این ویژگی تولید می‌شود.

از این ماده می‌توان در تولید انواع رنگ، لوازم آرایشی و بهداشتی، ساخت سرامیک، ساخت فتوکاتالیست‌ها، تصفیه آب و فاضلاب، فیلتراسیون گازها، رنگ زدایی و بوزدایی، گند زدایی، از بین بردن

سلولهای سرطانی، دیوارهای خود تمیز شونده، شیشه‌های ضد مه، کاغذسازی و پوشش‌های مقاوم در برابر اشعه ماورا بنفش استفاده کرد.

نانو دی اکسید تیتانیوم به عنوان فتوکاتالیست در تجزیه اکسیدهای نیتروژن وتبدیل آنها به نیتروژن و اکسیژن به کار می‌رود.

TiO_2 برای حذف بوی نا مطلوب و سموم موجود در آب کاربرد عمده‌ای دارد.

نانو ذرات تهیه شده جهت ساخت سنسور اکسیژن برای وسایل نقلیه درونسوز، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از زمان تولید تجاری دی‌اکسید تیتانیوم در اوایل قرن بیستم، این ماده به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان رنگدانه، در ضدآفتاب‌ها، رنگ‌ها، پمادها، انواع خمیردندان و غیره استفاده شده است.

نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم می‌توانند برخی از سلول‌های سرطانی را نابود کنند

نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم برای پیش تغلیظ مقادیر جزئی Mn^{2+} در آبهای طبیعی نیز بکار می‌رود.

۷ـ۱ـ بررسی کالاهای جایگزینی و تجزیه و تحلیل اثرات آن بر مصرف محصول

نانو تکنولوژی از علوم جدید محسوب می‌شود و نانو دی اکسید تیتانیم نیز از محصولاتی می‌باشد که با توجه به کاربرد وسیع آن در صنایع امروزی هنوز کاربردهای دیگر آن مشخص نشده است و بررسی‌های انجام گرفته حاکی از آن است که تاکنون جایگزینی برای آن پیدا نشده است.

تنها از اکسید روی و لیتوفون برای جایگزینی اکسید تیتانیوم نام می‌برند که هیچ کدام از آنها نمی‌توانند کاربرد بهینه اکسید تیتانیوم را داشته باشند و در واقع محصول نهایی دچار مشکل خواهد بود.

۸ـ۱ـ اهمیت استراتژیکی کالا در دنیای امروز

اهمیت و جایگاه نانو تکنولوژی در پیشرفت آتی کشورها اثبات شده است و برنامه ریزی‌ها بلند مدت و کوتاه مدت اغلب کشورهای جهان از جمله کشور های جهان سومی نیز موید این ادعا است که عقب ماندگی در سایر علوم را می‌توانند با پیشرفت در نانو تکنولوژی جبران کنند

.نانوتکنولوژی نظیر هر فناوری دیگری همچون یک تیغ دولبه است که می‌توان از آن در مسیر خیر و صلاح و یا نابودی و فنا استفاده کرد. گام اول در راه بهره‌گیری از این فناوری شناخت دقیق‌تر خصوصیات آن

و آشنایی با قابلیت‌های آن است که می‌توان به روشنی و بدون ابهام مورد تاکید قرار داد. این فناوری جدید هنوز، حتی برای متخصصان، بطور کامل شناخته نشده است و همین امر زمینه را برای گمانزنی‌های متنوع هموار می‌سازد.

با توجه به گستردگی کاربرد پودر دی اکسید تیتانیوم و محصولات جانبی آن به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد این ماده می‌توان به استفاده در گستره وسیعی از فرآیندها و محصولات با کاربردهای مختلف از قبیل استفاده به عنوان پایه کاتالیست‌ها، پر کننده یا فیلرها و بسیاری کاربردهای متنوع دیگر اشاره کرد. دانشمندان و محققان در حوزه فن‌آوری نانو در سالیان اخیر رویکرد خاصی به تولید این ماده در مقیاس‌های میکرونی و نانومتری داشته‌اند، چرا که با توجه به ایجاد خواص ویژه در ذرات بسیار ریز این نیمه هادی، تولید این ماده در مقیاس نانو از اهمیت خاصی برخوردار می‌شود.

بنابر این اهمیت استراتژی نانو دی اکسید تیتانیوم مانند سایر نانو موادها با توجه به وسعت کاربرد آن و مصارف دیگری از آن که هنوز اختراع نشده است و از آنجا که کشورهای معدودی به تهیه و تولید آن مشغول هستند می‌تواند اهمیت فوق‌العاده‌ای در جهان و مخصوصاً در ایران که ذخایر زیادی از تیتانیوم را دارا است داشته باشد.

۹ـ۱ـ کشورهای عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

بیشترین میزان تولید نانو دی اکسید کربن در کشور های چین، کره و آمریکا تولید می‌شود ولی بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که به دلیل نو پا بودن این علم هنوز آمار مشخصی از میزان تولیدات جهانی آنها وجود ندارد. بیشترین مقدار محصول تولید شده در مقیاس‌های آزمایشگاهی مصرف می‌شود. در کشورهای پیشرفته جهان از مواد نانو در ساختار بسیاری از مواد استفاده می‌شود. بیشتر کشورهای مصرف کننده این محصول در مقیاص صنعتی همان کشورهای تولید کننده هستند.

جدول (۶): کشورهای عمده تولیدکننده نانو دی اکسید تیتانیوم

ردیف	نام کشور	نوع تولیدات	مقدار تولید	سهم جهانی تولید (درصد)
۱	چین و آمریکا	نانو دی اکسید تیتانیوم	مشخص نیست	-

ـ شرکت‌های داخلی عمده تولید کننده و مصرف کننده محصول

نانو دی اکسید تیتانیوم در ایران بصورت صنعتی و نیمه صنعتی تولید نمی‌شود و تنها در بعضی از مراکز دانشگاهی و پژوهشی این محصول در مقیاس دانشگاهی تولید می‌شود. بیشتر مصرف این محصول در حال حاضر در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و پژوهشی مورد استفاده قرار می‌گیرد و هنوز استفاده از آن در صنعت و کشاورزی در ایران بطور کامل جا نیافتاده است. ولی از اکسید تیتانیوم در بعضی از صنایع استفاده می‌شود که به بر خی از انها در ادامه اشاره می‌شود.

جدول (۷): برخی تولیدکنندگان عمده نانو دی اکسید تیتانیوم در ایران

ردیف	نام کارخانه	نوع تولیدات	محل کارخانه
۱	-	-	-

جدول (۸): برخی مصرف‌کنندگان عمده نانو دی اکسید تیتانیوم در ایران

ردیف	نام کارخانه	نوع تولیدات	محل کارخانه
۱	کارخانه‌های تولید رنگ سفید	رنگ	کارخانه های موجود در استانهای سراسر کشور
۲	کارخانه های تولید رنگدانه	رنگدانه	کارخانه های موجود در استانهای سراسر کشور
۳	کارخانه های تولید کاغذ سفید	کاغذ	کارخانه های موجود در استانهای سراسر کشور

۱۰ـ۱ـ شرایط صادرات

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و اطلاعات کسب شده از وزارت بازرگانی و عدم تولید این محصول در داخل کشور، هیچگونه اطلاعات موثق و مشخصی در خصوص صادرات نانو دی اکسید تیتانیوم گزارش نشده است. شرایط صادرات این محصول با توجه به کاربردها و خصوصیات آن تابع قوانین گمرکی کشور است و هیچ‌گونه محدودیتی در این خصوص وجود ندارد.

۲ـ وضعیت عرضه و تقاضا

نیاز روز افزون صنایع به نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم با توجه به افزایش کیفیت محصولات استفاده کننده از آن، تنوع و وسعت کاربردش، وضعیت عرضه و تقاضا این محصول در آینده نزدیک رو به افزایش خواهد بود. علی رغم وجود تحریم‌ها و موارد مشابه آنها با توجه به موقعیت استراتژیک ایران در دسترسی به آبهای آزاد، گستردگی مرزها با کشورهای مختلف و داشتن ذخایر بسیار زیاد و مناسب تیتانیوم؛ تولید و راه اندازی محصولات در مقیاس نانو این ماده امر حیاتی و مهمی در پیشرفت و اقتصاد کشور خواهد داشت.

در حال حاضر به دلیل تولید این محصول در چند کشور معدود در جهان و عدم تولید این محصول در ایران و نیز نداشتن دانش فنی استفاده و کاربرد آن در صنایع مختلف هنوز وضعیت عرضه و تقاضای ان مشخص و معلوم نیست.

۱ـ۲ـ بررسی ظرفیت بهره‌برداری و روند تولید از آغاز برنامه سوم تا کنون و محل واحدها و تعداد آنها و سطح تکنولوژی واحدهای موجود، ظرفیت اسمی، ظرفیت عملی، علل عدم بهره‌برداری کامل از ظرفیت‌ها، نام کشورها و شرکت‌های سازنده ماشین‌آلات مورد استفاده در تولید محصول

آمار و اطلاعات به‌دست آمده از مرکز آمار وزارت صنایع و معادن در خصوص ظرفیت واحدهای موجود و فعال تولید کننده نانو دی اکسید تیتانیوم به جدول زیر ارائه شده است.

در ایران نانو دی اکسید تیتانیوم به صورت صنعتی و نیمه صنعتی تولید نمی‌شود و هیچ واحد فعالی در این زمینه وجود ندارد.

جدول (۹): تعداد کارخانه‌های فعال واقع در استان‌ها به تفکیک و ظرفیت کل تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در ایران

ردیف	نام استان	تعداد کارخانه	واحد سنجش	ظرفیت
۱	-	-	-	-
جمع		-	-	-

جدول (۱۰): تعداد کارخانه‌های فعال تولید نانو دی اکسید تیتانیوم واقع در استان تهران به تفکیک و ظرفیت کل

ردیف	نام شهرستان	تعداد کارخانه	واحد سنجش	ظرفیت
۱	-	-	-	-
جمع		-	-	-

جدول (۱۱): برآورد آمار تولید نانو دی اکسید تیتانیوم کشور در سال‌های اخیر

نام کالا	واحد سنجش	میزان تولید داخلی					
		سال ۱۳۸۱	سال۱۳۸۲	سال ۱۳۸۳	سال ۱۳۸۴	سال ۱۳۸۵	سال ۱۳۸۶
نانو دی اکسید تیتانیوم	کیلو گرم	-	-	-	-	-	

ـ برآورد آمار تولید در استان تهران

نانو دی اکسید تیتانیوم این محصول در ایران تولید نمی‌شود.

۲ـ۲ـ بررسی وضعیت طرح‌های جدید و طرح‌های توسعه در دست اجرا (از نظر تعداد، ظرفیت، محل اجراء، میزان پیشرفت فیزیکی و سطح تکنولوژی آنها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده اعم از ارزی و ریالی و مابقی مورد نیاز)

در ایران نانو دی اکسید تیتانیوم تولید نمی‌شود و هیچ واحد تولیدی با ۲۰ یا ۶۰ و یا ۱۰۰ درصد پیشرفت فیزیکی در ایران وجود ندارد.

جدول (۱۲): تعداد و ظرفیت طرح‌های با ۲۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت نانو دی اکسید تیتانیوم

نام کالا	تعداد طرح‌های با درصد پیشرفت فیزیکی ۲۰ درصد	ظرفیت تولید	واحد کالا
نانو دی اکسید تیتانیوم	-	-	-

ـ وضعیت طرح‌های با ۲۰ درصد پیشرفت فیزیکی تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در استان تهران

هیچ واحد تولیدی با ۲۰ درصد پیشرفت فیزیکی تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در ایران وجود ندارد.

جدول (۱۳): تعداد و ظرفیت طرح‌های بین ۲۰ تا ۶۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت نانو دی اکسید تیتانیوم

نام کالا	تعداد طرح‌های بین ۲۰ تا ۶۰ درصد پیشرفت فیزیکی	ظرفیت تولید	واحد کالا
نانو دی اکسید تیتانیوم	-	-	-

ـ وضعیت طرح‌های بین ۲۰ تا ۶۰ درصد پیشرفت فیزیکی تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در استان تهران

در ایران نانو دی اکسید تیتانیوم تولید نمی‌شود و هیچ واحد تولیدی با ۶۰ درصد پیشرفت فیزیکی در ایران وجود ندارد.

جدول (۱۴): تعداد و ظرفیت طرح‌های بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد پیشرفت فیزیکی در صنعت نانو دی اکسید تیتانیوم

نام کالا	تعداد طرح‌های با درصد پیشرفت فیزیکی بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد	ظرفیت تولید	واحد کالا
-	-	-	-

ـ وضعیت طرح‌های بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد پیشرفت فیزیکی تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در استان تهران

در ایران نانو دی اکسید تیتانیوم تولید نمی‌شود و هیچ واحد تولیدی با ۱۰۰ درصد پیشرفت فیزیکی در ایران وجود ندارد.

۳ـ۲ـ بررسی روند واردات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۷

در حال حاضر با توجه به اینکه این محصول در چند کشور معدود جهان تولید می‌شود و تولید این محصول در ایران در مقیاس صنعتی وجود ندارد، بنابراین با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و اطلاعات کسب شده از وزارت بازرگانی هیچگونه اطلاعات موثق و مشخصی در خصوص واردات نانو دی اکسید تیتانیوم در سال‌های اخیر گزارش نشده است. همچنین مصرف این محصول در صنایع داخلی نیز بطور کامل جا نیافتاده است و در تکنولوژی صنایع قدیمی استفاده از این محصول میسر نمی‌باشد. این محصول در داخل کشور در امور تحقیقاتی و آزمایشگاهی بیشترین مصرف را دارد.

جدول (۱۵): آمار واردات نانو دی اکسید تیتانیوم در سال‌های اخیر

عنوان (کد تعرفه)	سال ۱۳۸۴		سال ۱۳۸۵		سال ۱۳۸۶		سال ۱۳۸۷		سال ۱۳۸۸	
	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش
نانو دی اکسید تیتانیوم	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

وزن: تن ارزش: هزار دلار

جدول (۱۶): مهم‌ترین کشورهای تأمین کننده محصولات نانو دی اکسید تیتانیوم شرکت‌های داخلی

نام کشور	عنوان محصول (کد تعرفه)	سال ۱۳۸۶			سال ۱۳۸۷			سال ۱۳۸۸		
		وزن	ارزش	درصد از کل	وزن	ارزش	درصد از کل	وزن	ارزش	درصد از کل
-	-	-	-		-	-	-	-	-	-

۴ـ۲ـ بررسی روند مصرف از آغاز برنامه

این محصول در داخل کشور در امور تحقیقاتی و آزمایشگاهی بیشترین مصرف را دارد. روند مصرف این محصول با توجه به نو پا بودن آن و نداشتن جایگاه مناسب استفاده از آن در صنایع ایران مشخص نیست. در آینده با توجه به جایگاه مناسب ایران در امر پیشرفت و ترقی امکان استفاده و مصرف این محصول بیشتر احساس خواهد شد.

۵ـ۲ـ بررسی روند صادرات محصول از آغاز برنامه سوم تا پایان سال ۸۶ و امکان توسعه آن

در حال حاضر با توجه به اینکه تولید این محصول در ایران در مقیاس صنعتی وجود ندارد، و نیز این محصول در چند کشور معدود جهان تولید می‌شود و بنابراین با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و اطلاعات کسب شده از وزارت بازرگانی هیچگونه اطلاعات موثق و مشخصی در خصوص صادرات نانو دی اکسید تیتانیوم در سال‌های اخیر گزارش نشده است.

جدول (۱۷): آمار صادرات نانو دی اکسید تیتانیوم در سال‌های اخیر

عنوان (کد تعرفه)	سال ۱۳۸۴		سال ۱۳۸۵		سال ۱۳۸۶		سال ۱۳۸۷		سال ۱۳۸۸	
	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش	وزن	ارزش
-	-	-	-	-	-	-	-	-		

وزن: تن ارزش: هزار دلار

جدول (۱۸): مهم‌ترین کشورهای مقصد صادرات نانو دی اکسید تیتانیوم

نام کشور	عنوان محصول (کد تعرفه)	سال ۱۳۸۶			سال ۱۳۸۷			سال ۱۳۸۸		
		وزن	ارزش	درصد از کل	وزن	ارزش	درصد از کل	وزن	ارزش	درصد از کل
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

وزن: تن ارزش: هزاردلار

۶ـ۲ـ بررسی نیاز به محصول با اولویت صادرات تا پایان برنامه چهارم

این محصول با توجه به اینکه در صنایع مختلف کاربرد وسیعی دارد و کیفیت محصولات استفاده کننده از آن بسیار بالا می باشد، بنابر این مشتری زیادی نیز برای این محصول وجود دارد. در حال حاضر به خاطر اینکه این محصول در چند کشور معدود در جهان تولید می‌شود و ایران نیز نداشتن دانش فنی تولید و استفاده آن در صنایع مختلف را ندارد. با توجه به پیشرفتهای روز افزون صنایع مختلف در آینده نزدیک نیاز به این محصول بیشتر خواهد شد و مسئولان و مراکز علمی باید تمهیدات مناسبی به منظور تولید و ستفاده آن در صنایع مختلف در نظر گیرند. با توجه به اینکه ماده اولیه این محصول با قیمت مناسب و ارزان از داخل کشور تامین خواهد شد در صورت راه اندازی واحدهای تولید آن در مقیاس صنعتی و نیمه صنعتی علاوه بر تامین نیازهای داخلی، ایران نیز در زمره صادر کنندگان دی اکسید تیتانیوم در آینده می‌شود.

۳ـ بررسی اجمالی تکنولوژی و روش های تولید و عرضه محصول در کشور و مقایسه آن با دیگر کشورها

روش‌های متفاوتی برای تهیه پودر دی اکسید تیتانیوم وجود دارد از جمله:

- روش سولفاته،
- روش کلریده،
- روش هیدروترمال،
- مکانوشیمیایی،
- روش استفاده از امواج مایکروویو،
- روش چگالش از بخار شیمیایی،
- روش میکرواختلاط،
- روش پلاسمای حرارتی با فرکانس رادیویی،
- روش سل- ژل،

فناوری سولفاته

ابتدا ماده خام ($FeTiO_3$) سولفاته می‌شود و به وسیله اسید سولفوریک شسته و به $TiOSO_4$ دست می‌آید که با تجزیه حرارتی به TiO_2 تبدیل می‌شود.

فناوری کلریده

ابتدا ماده خام ($FeTiO_3$) کلریده می‌شود و $TiCl_4$ به دست می‌آید سپس خالص سازی آن با روش اکسیداسیون و بوسیله اکسیژن انجام می‌گیرد. شرکت Degussa از این روش برای تهیه P25 استفاده می‌کند. هر یک از این روش‌ها تیتانیایی با درصد فاز متفاوت ایجاد می‌کند. برای مثال در فناوری کلریده تیتانیا با ۸۰ درصد فاز آناتاس و ۲۰ درصد فاز روتیل تولید می‌شود.

روش سل – ژل: این روش که شامل واکنش‌های هیدرولیز و پیش تراکم ماده آلکوکسیدی است، روشی مطمئن برای سنتز اکسیدهای فلزی بسیار ریز می‌باشد. محققان مختلف روش سل - ژل را به صورت‌های مختلفی مورد استفاده قرار داده‌اند.

در این روش بوتیل تیتانات به آب دی یونیزه افزوده شده و با افزودن اسید هیدروکلریک یا آمونیاک، ژلی تهیه می‌شود که پس از خشک کردن، آسیا کردن و تکلیس در دماهای مختلف نانوپودر TiO_2 حاصل می‌شود. در این روش استحاله آناتاز به روتیل، در دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد شروع و در۸۰۰ درجه سانتیگراد کامل شده و با افزایش دمای تکلیس از ۳۵ درجه سانتیگراد به ۶۰۰ درجه سانتیگراد، اندازه ذرات از ۶ نانومتر به ۳۶ نانومتر افزایش می‌یابد.

در برخی موارد از یک فعال کننده سطحی در فرآیند سل - ژل استفاده می‌شود.

در برخی موارد با افزودن هیدروکلریدلاوریل آمین به عنوان ماده فعال کننده سطحی به محلول پیش ماده و هم زدن و خشک کردن محلول، نانوذرات نیمه متخلخل TiO_2 سنتز می‌شود. پودرهای حاصله به مدت ۴ ساعت در دمای ۴۰۰ درجه سانتیگراد تکلیس می‌شوند. اندازه ذرات در محدوده ۷ تا ۱۵ نانومتر می‌باشد.

روش هیدروترمال

روش هیدروترمال فقط برای سنتز پودرهای اکسیدی ساده و مخلوط با مورفولوژی کنترل شده، در دمای نسبتاً پایین (۱۰۰ تا ۳۵۰ درجه سانتیگراد) به کار می‌رود. عموماً در فرآیندهای هیدروترمال، پس از تهیه سل از یک محلول، با حرارت دادن آن در اتوکلاو، نانوذرات اکسیدی سنتز می‌شوند. با توجه به این که پارامترهای زیادی در فرآیند هیدروترمال دخیل می‌باشند (دما، فشار، غلظت واکنش دهنده و pH محلول) و همچنین این فرآیند شامل یک مرحله حرارت‌دهی است، از این‌رو از مدل‌های ترکیبی مختلفی از این پارامترها، در روش‌های مختلف هیدروترمال برای سنتز نانوذراتTiO_2 استفاده می‌شود.

در روشی دیگر در حین مرحله حرارت دهی، از اعمال فشار استفاده و دما کاهش داده می‌شود. در این روش رسوبات TiO_2 با افزودن محلول ۰/۵ مولار ایزوپروپانول بوتوکسیدتیتانیوم به داخل آب دی یونیزه تهیه می شود. رسوبات سفید رنگ با آب دی یونیزه و با کمک نیروی گریز از مرکز شسته شده و پس از خنثی سازی توسط HNO_3 به مدت ۱ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک می‌شود. نانوذرات تهیه شده دارای اشکال مختلف و اندازه متوسط بین ۱۵ تا ۵۰ نانومتر بوده و کاملاً به صورت فاز آناتاز یا روتیل می‌باشند.

روش مایکروویو - هیدروترمال، نیز برای سنتز نانوذرات TiO_2 مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش $TiCL_4$ توسط آب یخ مقطر رقیق می‌شود تا محلول $TiCL_2$ (۰/۲ مولار) تشکیل شود. در محلول به دست آمده، مقدار مشخصی اوره (نسبت Ti به اوره ۵ به ۱) حل کرده و مخلوط حاصله در معرض تابش مایکروویو قرار می گیرد. بعد از تابش مایکروویو، محصول جامد فیلتر شده و دو مرتبه با آب مقطر شسته می‌شود. سپس پودر بلوری رسوب داده شده، فیلتر و در خشک کن خشک می‌گردد. سرعت تولید بسیار زیاد و حرارت دهی بسیارسریع تا دمای عملیات، از مزایای این روش می‌باشد.

روش مکانوشیمیایی

در این روش، انرژی مکانیکی سبب فعال شدن واکنش شیمیایی می‌شود. این واکنش شامل احیای شیمیایی ترکیبات فلزی توسط یک احیا کننده در حین آسیا است.

در این روش برای سنتز نانوذرات TiO_2 از $TiCL_4$ مایع و پودر $(NH_4)_2CO_3$ استفاده می‌شود. از آسیاهایی که محفظه و گلوله‌های آن از جنس آلومینا می باشد برای خردایش استفاده می شود. واکنش بین $TiCL_4$و $(NH_4)_2CO_3$پس از ۵ دقیقه آسیا کردن کامل می‌شود. پس از آنیل کردن این ذرات در دماهای مختلف (۲۳۰ تا ۷۵۰ درجه سانتیگراد) ذرات نانوبلوری تقریباً کروی شکل با میانگین اندازه ۱۰ تا ۵۰ نانومتری حاصل می‌شود. محصول جانبی واکنش(NH_4Cl) با شسته شدن پودر حذف می‌شود. البته با آنیل کردن در دماهای بالاتر از ۲۵۰ درجه سانتیگراد این فاز تبخیر شده و از محصول خارج می‌شود و دیگر نیازی به شستشوی پودرها وجود ندارد.

روش پلاسمای حرارتی با فرکانس رادیویی

در این روش پیش ماده مورد استفاده، به وسیله پلاسمای حرارتی با فرکانس رادیویی، تبخیر شده و با انجام یک واکنش شیمیایی، نانوذرات از فاز بخار تهیه می شوند. این نوع پلاسما، برای سنتز نانوذرات از بسیاری از مواد معدنی (مثل نیتریدتیتانیوم) و آلی (مثل بوتوکسیدتیتانیوم) قابل استفاده است. سرعت بسیار بالای سرد کردن و غلظت بالای رادیکال‌های واکنش دهنده در محیط پلاسما، این روش را به فرآیندی منحصر بفرد برای سنتز نانوذرات تبدیل نموده است. نانوذرات بین ۷۱ تا ۷۸ درصد از فاز آناتاز تشکیل و اندازه متوسط آنها در حدود ۵۰ نانومتر می‌باشد.

روش میکرواختلاط

در این روش یک فاز در مقیاس میکرونی، داخل فاز دیگری پخش شده و مقدار مخلوط شدن، با سرعت جریان، اندازه سوراخ‌های غشای فعال‌کننده سطحی و ویسکوزیته قابل کنترل می‌باشد. این روش میکرو اختلاط نامیده شده و پتانسیل کنترل اندازه دانه با کنترل مقدار مخلوط شدن را دارا می‌باشد. در این روش دو محلول سولفات تیتانیوم و محلول بی‌کربنات آمونیوم با غلظت‌های متفاوت توسط دو پمپ به داخل دستگاه تزریق می‌شود. پس از نفوذ میکرونی یکی از محلول‌ها از درون میکروغشا به داخل محلول دیگر، یک ژل سنتز شده که توسط دستگاه گریز از مرکز جدا شده و پس از چندین مرتبه شستشو، خشک می‌شود. سپس در یک فِر آنیل شده و نانوذرات TiO_2 به دست می‌آیند.

روش استفاده از امواج مایکروویو

در این روش ابتدا مواد اولیه به صورت ژل غلیظی درآمده، سپس تحت امواج مایکروویو در زمانی کمتر از ۶۰ ثانیه قرار گرفته و نانوپودر دی اکسید تیتانیوم بدست می‌آید.

این روش نسبت به روش‌های دیگر بسیار ساده و سریع است، از مواد اولیه بسیار ارزان قیمت استفاده می‌شود و دارای راندمان بسیار بالایی است.

محصول بدست آمده دارای فتوکاتالیست مناسبی است و در انواع محصولات تصفیه کننده آلاینده‌های زیست محیطی کاربرد دارد. نانو پودر به دست آمده در پوشش‌های خود پاک شونده، زودپاک شونده و فیلترهای تصفیه نیز کاربرد دارد.

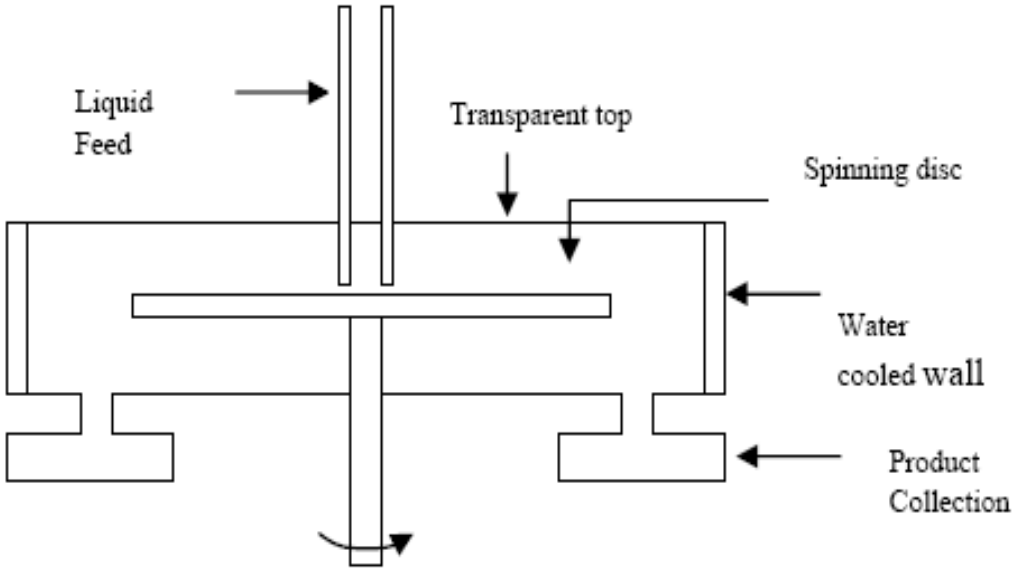
روش چگالش از بخار شیمیایی

در این روش، نانوذرات با رسوب دهی شیمیایی از فاز بخار، در فشار پایین یا فشار اتمسفری سنتز می‌شوند. این روش برای سنتز نانوذرات بسیار ریز آگلومره نشده با خلوص بالا و خواص کاربردی عالی، بسیار مناسب است.

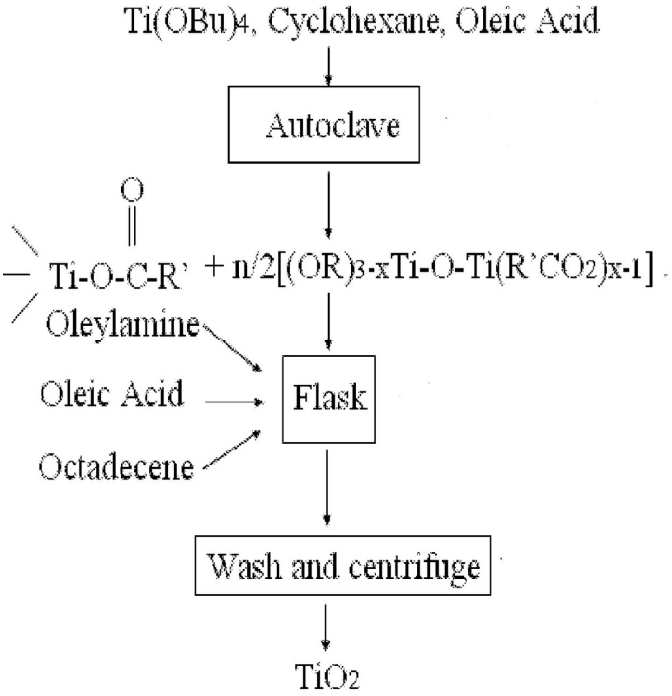
در این روش تیتانیوم تترا ایزو پروپوکسید را با سرعت به داخل لوله راکتور با دیواره داغ وارد می‌شود. طی واکنش، ذرات TiO_2 از فاز گازی روی سطح میله کوارتزی که به طور افقی در مرکز لوله راکتور قرار گرفته است، رسوب می‌کنند.

دیاگرام تولید نانو دی اکسید تیتانیوم

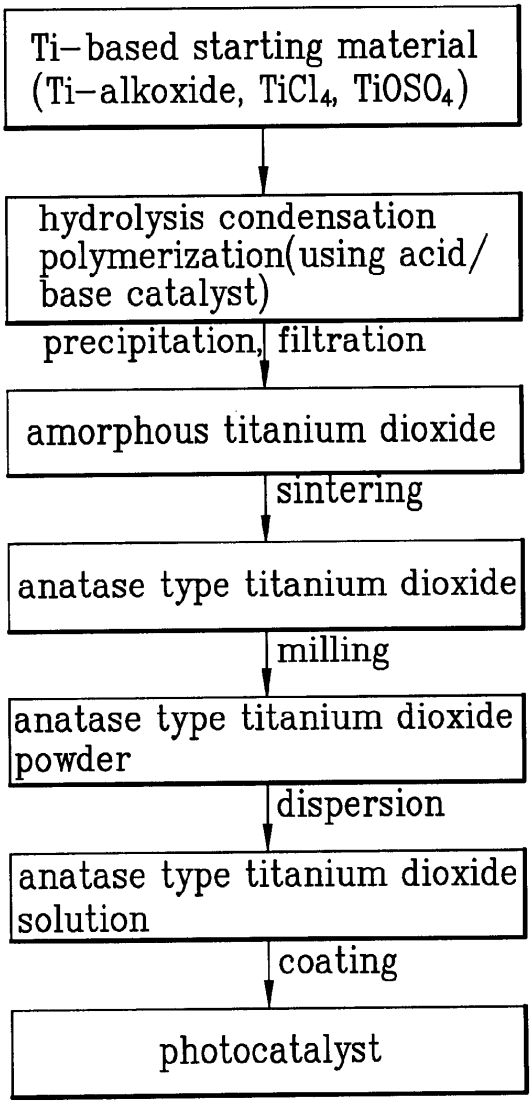
برای روش‌های متفاوت تولید نانو دی اکسید تیتانیوم چندین دیاگرام در شکل‌های زیر ارایه می‌شود.



شکل (۳) دیاگرام تولید نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم



شکل (۴) دیاگرام تولید نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم



شکل (۵) دیاگرام تولید نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم

چندین تولید کننده ماشین آلات خط تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در ایران:

تجهیزات تولید مواد نانو در ایران بیشتر در مقیاس آزمایشگاهی می‌باشند و تجهیزات تولید نانو مواد در ایران در مقیاس صنعتی تولید نمی شود. تعدادی از تولید کنندگان تجهیزات آزمایشگاهی نانو عبارتند از:

- شرکت نانو سیستم پارس،
- شرکت طیف گستر پارس،
- شرکت فناوران نانو مقیاس،

- شرکت مغناطیس دقیق کوثر،
- شرکت فناوری مافوق صوت،
- شرکت یار نیکان صالح،
- شرکت عدیمی،
- شرکت توسعه صنعت روز،
- شرکت حسگرسازان آسیا،
- شرکت طیف گستر فراز،
- شرکت نوید پژوهش فردا،
- شرکت کیمیا شنگرف پارس،

چندین تولید کننده ماشین آلات خط تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در جهان:

از آنجا که بیشترین تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در جهان در کشورهای چین، کره جنوبی، هند، آلمان، آمریکا و روسیه می‌باشد لذا بیشترین تولید کنندگان تجهیزات تولید این محصول نیز مربوط به این کشورها می‌باشد. اسامی تعدادی از سازندگان تجهیزات تولید نانو مواد در کشورهای مختلف جهان عبارتند از:

- Nanjing Zhulijiang Titanium Equipment Company Ltd
- Shandong Shengda Chemical Machinery Co.,Ltd
- Nanomaterials Company
- CTC Nanotechnology GmbH
- AIXUV GmbH
- EXAKT Advanced Technologies GmbH
- Production Equipment - Invest Green Inc

۴ـ تعیین نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم (به شکل اجمالی) در فرآیند تولید محصول

اکثر روش‌های تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در بند ۳ توضیح داده شدند و هر کدام از روش‌های ذکر شده دارای معایب و مزایایی می‌باشند. از آنجا که در حال حاضر دانش فنی تولید این محصول در ایران وجود ندارد و در کشورهای دیگر نیز تولید این محصول زیاد فراگیر نشده است، بنابراین از نقاط قوت و ضعف تکنولوژی‌های مرسوم اطلاع چندانی در دسترس نیست.

۵ـ بررسی و تعیین حداقل ظرفیت اقتصادی شامل برآورد حجم سرمایه‌گذاری ثابت به تفکیک ریالی و ارزی (با استفاده از اطلاعات واحدهای موجود، در دست اجراء، UNIDO و اینترنت و بانک‌های اطلاعاتی جهانی، شرکت‌های فروشنده تکنولوژی و تجهیزات و ...)

در این بخش بررسی‌های پارامترهای مهم اقتصادی احداث یک واحد صنعتی تولید نانو دی اکسید تیتانیوم با حداقل ظرفیت اقتصادی نظیر؛ برآورد هزینه‌های ثابت و در گردش مورد نیاز واحد، نقطه سر به سر، سرانه سرمایه‌گذاری و ... انجام می‌گیرد. برای این منظور ابتدا برنامه سالیانه تولید واحد مورد نظر، بر اساس مشخصات فنی ماشین‌آلات خط تولید، برآورد می‌شود که در جدول زیر ارائه شده است. لازم به ذکر است؛ تولید سالیانه بر اساس تعداد ۳ شیف کاری ۸ ساعته برای ۲۷۰ روز کاری محاسبه گردیده است.

جدول (۱۹): برنامه سالیانه تولید نانو دی اکسید تیتانیوم

ردیف	شرح	واحد	ظرفیت سالیانه	قیمت فروش (هزار ریال)	کل ارزش فروش (میلیون ریال)
۱	نانو دی اکسید تیتانیوم	کیلوگرم	۸۵۰۰۰	۱۵۰۰	**۱۲۷۵۰۰**
مجموع (میلیون ریال)					**۱۲۷۵۰۰**

۱ـ۵ـ اطلاعات مربوط به سرمایه ثابت طرح

سرمایه ثابت به آن دسته از دارائی‌ها اطلاق می‌شود که دارای طبیعتی ماندگار داشته که در جریان عملیات واحد تولیدی از آنها استفاده می‌شود. این دارائی‌ها شامل زمین، ساختمان، وسایل نقلیه، ماشین‌آلات تولید، تأسیسات جانبی و ... می‌باشد که در ادامه هریک از آنها برای واحد تولیدی نانو دی اکسید تیتانیوم محاسبه می‌شود.

۱ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های زمین و ساختمان‌سازی

برای محاسبه هزینه‌های تهیه زمین و ساختمان‌های مورد نیاز این واحد، لازم است اندازه بناهای مورد نیاز از قبیل؛ سالن تولید، انبارها، ساختمان‌های اداری، محوطه، پارکینگ و ... برآورد شود. سپس مقدار زمین

مورد نیاز برای احداث بناها با در نظر گرفتن توسعه طرح در آینده، محاسبه شود. در جداول زیر مقدار زمین و انواع بناهای مورد نیاز، برآورد و هزینه‌های تهیه آنها محاسبه شده است.

با در نظر گرفتن تامین و مسافت حمل و نقل مواد اولیه معدنی برای تولید تتراکلرید تیتانیوم به عنوان ماده اولیه برای ساخت این محصول از استان‌های جنوبی و شمال‌غرب کشور، فروش محصولات تولیدی به استان‌های جنوبی، تجمع شهرکهای صنعتی تولید مواد فلزی در جنوب تهران به نظر می‌رسد که شهرک نصیرآباد مناسب‌ترین منطقه برای احداث واحد صنعتی باشد.

جدول (۲۰): هزینه‌های زمین

ردیف	شرح	ابعاد (متر مربع)	بهای هر متر مربع (ریال)	جمع (میلیون ریال)
۱	زمین سالن‌های تولید و انبار	۱۵۰۰	۶۰۰۰۰۰	۹۰۰
۲	زمین ساختمان‌های اداری، خدماتی و عمومی	۴۰۰		۲۴۰
۳	تاسیسات	۱۰۰		۶۰
۴	زمین محوطه	۱۰۰۰		۶۰۰
۵	زمین توسعه طرح	۲۰۰۰		۱۲۰۰
جمع زمین مورد نیاز (متر مربع)		**۵۰۰۰**	**مجموع (میلیون ریال)**	**۳۰۰۰**

جدول (۲۱): هزینه‌های ساختمان‌سازی

ردیف	شرح	مساحت (مترمربع)	بهای هر متر مربع (ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	سوله خط تولید	۱۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰	۲۵۰۰
۲	انبارها	۵۰۰	۲۰۰۰۰۰۰	۱۰۰۰
۳	ساختمان‌های اداری،خدماتی و عمومی	۴۰۰	۳۵۰۰۰۰۰	۷۰۰
۴	تاسیسات	۱۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۳۰۰
۵	محوطه‌سازی، خیابان کشی، پارکینگ و فضای سبز	۱۰۰۰	۶۰۰۰۰۰	۶۰۰
۶	دیوارکشی	۱۵۰۰	۵۰۰۰۰۰	۷۵۰
مجموع (میلیون ریال)				**۵۸۵۰**

۲ـ۱ـ۵ـ هزینه ماشین‌آلات و تجهیزات خط تولید

هزینه تهیه ماشین‌آلات خط تولید براساس استعلام صورت گرفته از شرکت‌های مهم تولید کننده یا نمایندگی‌های معتبر برآورد می‌گردد. همچنین هزینه‌های جانبی تهیه ماشین‌آلات، شامل؛ هزینه‌های حمل و نقل، نصب و راه‌اندازی، عوارض گمرکی و ... نیز محاسبه می‌شود. در جدول زیر فهرست ماشین‌آلات تولیدی و تعداد مورد نیاز آن در خط تولید ارائه شده است و براساس قیمت‌های اخذ شده، هزینه‌های اصلی و جانبی تهیه ماشین‌آلات و تجهیزات، محاسبه گردیده است.

جدول (۲۲): هزینه ماشین‌آلات خط تولید نانو دی اکسید تیتانیوم

ردیف	ماشین آلات و تجهیزات	تعداد	قیمت کل (میلیون ریال)
۱	مخزن و راکتور نگهداری مواد اولیه	۱	۱۲۰
۲	مخازن مخلوط کردن خوراک	۲	۲۸۰
۳	آسیا	۱	۲۰۰
۴	تانک نگهداری	۱	۱۰
۵	تجهیزات انتقال محلول	۱	۴۵۰
۶	تانک ته نشینی	۱	۷۰
۷	سانتریفوژ	۳	۴۸۰۰
۸	پمپ انتقال مواد	۱	۲۰
۹	تانک حل کننده	۲	۲۰۰
۱۰	تانک ذخیره	۲	۱۰۰
۱۱	کندانسور	۱	۳۵
۱۲	خشک کن	۲	۳۰۰
۱۳	سایر لوازم و متعلقات خط تولید (۵ درصد کل)		۳۲۹
۱۴	هزینه حمل و نقل، خرید خارجی، نصب و راه‌اندازی (۱۰درصد کل)		۶۵۸
مجموع			**۷۵۷۲**

۳ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های تأسیسات

هر واحد تولیدی، علاوه بر دستگاه‌های اصلی خط تولید، جهت تکمیل یا بهبود فرآیندها، نیاز به تجهیزات و تأسیسات جانبی، نظیر؛ تأسیسات گرمایش و سرمایش، آب، برق، دیگ بخار، کمپرسور، تأسیسات اطفاء حریق و ... خواهد داشت. انتخاب این موارد با توجه به ویژگی‌های فرآیند و محدودیت‌های منطقه‌ای و زیست‌محیطی انجام می‌گیرد. تأسیسات و تجهیزات مورد نیاز این طرح و هزینه‌های تهیه آن در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۲۳): هزینه‌های تأسیسات

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)
۱	تأسیسات سرمایش و گرمایش	۱۰۰
۲	تأسیسات اطفاء حریق	۵
	تأسیسات برق	۱۰۰
۳	تأسیسات آب و فاضلاب	۱۵۰
مجموع (میلیون ریال)		**۳۵۵**

۴ـ۱ـ۵ـ هزینه لوازم اداری و خدماتی

واحدهای اداری و خدماتی هر واحد تولید نیاز به لوازم و تجهیزات خاص خود را دارند که برای واحد تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در جدول زیر برآورد شده است.

جدول (۲۴): هزینه لوازم اداری و خدماتی

ردیف	شرح	تعداد	قیمت واحد (ریال)	جمع هزینه (میلیون ریال)
۱	میز و صندلی	۲ سری کامل	۲/۰۰۰/۰۰۰	۴
۲	دستگاه فتوکپی	۱	۲۰/۰۰۰/۰۰۰	۲۰
۳	کامپیوتر و لوازم جانبی	۵	۷/۰۰۰/۰۰۰	۳۵
۴	تجهیزات اداری	۳	۱/۰۰۰/۰۰۰	۳
۵	خودرو سبک	۲	۱۳۰/۰۰۰/۰۰۰	۲۶۰
۶	خودرو سنگین	۱	۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰	۵۰۰
مجموع (میلیون ریال)				**۸۲۲**

۵ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های خرید حق انشعاب

هر واحد تولیدی برای شروع فعالیت و ادامه آن، نیاز به آب، برق، گاز، ارتباطات و ... دارد. در جدول زیر، هزینه خرید انشعاب‌های برق، گاز، تلفن براساس ظرفیت مورد نیاز واحد تولید نانو دی اکسید تیتانیوم رائه شده است.

جدول (۲۵): حق انشعاب

ردیف	شرح	واحد	ظرفیت مورد نیاز	هزینه کل (میلیون ریال)
۱	تلفن	خط	۵	۱۰
۲	آب	اینچ	۲	۷۰
۳	برق	رشته	۲ رشته ۲۵۰ آمپری سه فاز	۳۷۰
۴	گاز	اینچ	۵	۵۰
مجموع (میلیون ریال)				**۴۹۰**

۶ـ۱ـ۵ـ هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

هزینه‌های قبل از بهره‌برداری شامل مطالعات اولیه، اخذ مجوزها، هزینه‌های آموزش پرسنل و راه‌اندازی آزمایشی و... می‌باشد که در جدول زیر، برآورد شده است.

جدول (۲۶): هزینه‌های قبل از بهره‌برداری

ردیف	عنوان	هزینه (میلیون ریال)
۱	مطالعات اولیه و اخذ مجوزهای لازم	۱۵۰
۲	آموزش پرسنل	۵۰
۳	راه‌اندازی آزمایشی	۱۰۰
مجموع (میلیون ریال)		**۲۵۰**

با توجه به جداول فوق کلیه هزینه‌های ثابت مورد نیاز برای احداث طرح برآورد گردید که در جدول زیر به‌طور خلاصه کل سرمایه ثابت مورد نیاز طرح ارائه شده است.

جدول (۲۷): جمع‌بندی سرمایه‌گذاری ثابت طرح

ردیف	عنوان هزینه	هزینه	
		میلیون ریال	دلار
۱	زمین	۳۰۰۰	-
۲	ساختمان‌سازی	۵۸۵۰	-
۳	تأسیسات	۳۵۵	-
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۸۲۲	-
۵	ماشین‌آلات تولیدی	۷۵۷۲	-
۶	حق انشعاب	۴۹۰	-
۷	هزینه‌های قبل از بهره‌برداری	۲۵۰	-
۸	پیش‌بینی نشده (۵ درصد)	۹۱۷	-
مجموع (میلیون ریال)		**۱۹۲۵۶**	

۲ـ۵ـ هزینه‌های سالیانه

علاوه بر سرمایه‌گذاری مورد نیاز جهت احداث و راه‌اندازی واحد، یک سری از هزینه‌ها بایستی به صورت سالانه براساس تولید محصول انجام شود. این هزینه‌ها شامل تهیه مواد اولیه، نیروی انسانی، انرژی مصرفی، هزینه استهلاک تجهیزات، ماشین‌آلات و ساختمان‌ها، هزینه تعمیرات و نگهداری، هزینه‌های فروش محصولات، هزینه تسهیلات دریافتی، بیمه و ... می‌باشد. در جداول زیر هزینه‌های سالیانه هریک از این موارد برآورد شده است.

مهم‌ترین ماده اولیه تترا کلرید تیتانیوم می‌باشد که از کلریده کردن ماده معدنی تیتانیوم دار مانند ایلمنیت ($FeTiO_3$) به دست می اید. ایلمنیت در ایران به وفور در استان‌های کرمان و آذربایجان غربی یافت می‌شود. ایران توانایی تولید این ماده را با توجه به ذخایر زیاد ان دارد ولی در حال حاضر تهیه این ماده باید از کشورهای خارجی مانند چین تهیه شود.

جدول (۲۸): هزینه سالیانه مواد اولیه

ردیف	شرح	واحد	محل تأمین	قیمت واحد		مصرف سالیانه	قیمت کل (میلیون ریال)
				میلیون ریال	دلار		
۱	تتراکلرید تیتانیوم	تن	خارج	۴۰۰	-	۲۰۰	۸۰۰۰۰
۲	آمونیم کربنات، اسید (نیتریک، هیدروکلریک) و مواد شیمیایی دیگر	تن		۲۵۰	-	۱۰۰	۲۵۰۰۰
مجموع (میلیون ریال)							**۱۰۲۵۰۰**

جدول (۲۹): هزینه سالیانه نیروی انسانی

ردیف	شرح	تعداد (نفر)	حقوق ماهیانه (ریال)	حقوق و مزایای سالیانه معادل ۱۴ ماه (میلیون ریال)
۱	مدیر ارشد	۱	۸,۵۰۰,۰۰۰	۱۱۹
۲	مدیر واحدهای تولیدی و غیر تولیدی	۲	۷,۰۰۰,۰۰۰	۱۹۶
۳	پرسنل امور اداری و بازرگانی	۵	۵,۰۰۰,۰۰۰	۳۵۰
۴	پرسنل تولیدی متخصص	۴	۵,۰۰۰,۰۰۰	۲۸۰
۵	کارگر ماهر	۱۲	۴,۰۰۰,۰۰۰	۶۷۲
۶	کارگر ساده، خدماتی و نگهبانی	۱۵	۳,۵۰۰,۰۰۰	۷۳۵
جمع		**۳۹**	———	**۲۳۵۲**
هزینه بیمه پرسنل (۲۳ درصد حقوق)				**۵۴۱**
هزینه رفت و آمد کارکنان (هرنفرسال۴میلیون ریال)				**۱۵۶**
مجموع (میلیون ریال)				**۳۰۵۰**

جدول (۳۰): مصرف سالیانه آب، برق، سوخت و ارتباطات

ردیف	شرح	واحد	مصرف روزانه	قیمت واحد (ریال)	تعداد روز کاری	هزینه سالیانه (میلیون ریال)
۱	برق مصرفی	کیلو وات	۲۵۰۰	۷۵۰	۲۷۰	۵۰۵
۲	آب مصرفی	متر مکعب	۲۰	۱۶۰۰		۹
۳	تلفن	-	-	-		۲۰
۴	گازوئیل	لیتر	۲۰۰۰	۲۰۰		۱۰۸
۵	بنزین	لیتر	۴۰	۴۰۰۰		۴۳
۶	گاز	متر مکعب	۵۰۰	۱۰۰۰		۱۳۵
مجموع (میلیون ریال)						**۸۲۰**

جدول (۳۱): استهلاک سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌های مورد نیاز

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)	نرخ استهلاک (٪)	هزینه استهلاک (میلیون ریال)
۱	ساختمان‌ها، محوطه و ...	۵۸۵۰	۵	۲۹۳
۲	ماشین‌آلات خط تولید	۷۵۷۲	۱۰	۷۵۷
۳	تأسیسات	۳۵۵	۱۰	۳۶
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۸۲۲	۱۵	۱۲۳
مجموع (میلیون ریال)				**۱۲۱۰**

جدول (۳۲): تعمیرات و نگهداری سالیانه ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌های مورد نیاز

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)	نرخ تعمیرات و نگهداری(٪)	هزینه تعمیرات و نگهداری (میلیون ریال)
۱	ساختمان	۳۰۰۰	۵	۱۵۰
۲	ماشین‌آلات خط تولید	۷۵۷۲	۱۰	۷۵۷
۳	تأسیسات	۳۵۵	۷	۲۵
۴	لوازم و تجهیزات اداری و خدماتی	۸۲۲	۱۰	۸۲
مجموع (میلیون ریال)				**۱۰۱۵**

جدول (۳۳): هزینه تسهیلات دریافتی

ردیف	شرح	مقدار (میلیون ریال)	نرخ سود (٪)	سود سالیانه (میلیون ریال)
۱	تسهیلات بلند مدت	۱۳۴۷۹	۱۲	۱۶۱۸
۲	تسهیلات کوتاه مدت	**۱۰۷۵۰**	۱۲	۱۲۹۲
مجموع (میلیون ریال)				**۲۹۱۰**

جدول (۳۴): هزینه‌های سالیانه

ردیف	شرح	هزینه سالیانه (میلیون ریال)
۱	مواد اولیه	**۱۰۲۵۰۰**
۲	نیروی انسانی	**۳۰۵۰**
۳	آب، برق، تلفن و سوخت	**۸۲۰**
۴	استهلاک ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان‌ها	**۱۲۱۰**
۵	تعمیرات و نگهداری ماشین‌آلات، تجهیزات و ساختمان	**۱۰۱۵**
۶	هزینه تسهیلات دریافتی	۲۹۱۰
۷	هزینه‌های فروش (۲ درصد کل فروش)	۲۵۵۰
۸	هزینه بیمه کارخانه (۰/۲ درصد)	۲۲۸۱
۹	پیش‌بین نشده (۵ درصد)	۵۸۱۷
مجموع (میلیون ریال)		**۱۲۲۱۵۳**

۳ـ۵ـ سرمایه در گردش مورد نیاز طرح

سرمایه در گردش به نقدینگی اطلاق می‌شود که برای تهیه مواد و ملزومات مورد نیاز در جریان تولید نظیر مواد اولیه، نیروی انسانی و ... هزینه می‌شود و به‌طور کلی شامل سرمایه‌ای است که باید کلیه هزینه‌های جاری واحد تولیدی را پوشش دهد و لازم است در هر زمان در دسترس باشد. مقدار سرمایه در گردش بستگی به توان بازرگانی و مدیریتی واحد تولیدی دارد به‌طور مثال اگر امکان دسترسی سریع به مواد

اولیه در هر زمان وجود داشته باشد، نیاز کمتری به سرمایه برای تهیه آن است و برعکس در صورت طولانی بودن فرآیند دسترسی به آن، سرمایه در گردش برای خرید افزایش می‌یابد چراکه لازم است مواد مورد نیاز برای زمان بیشتری سفارش داده شود.

به‌طور معمول حداقل سرمایه در گردش مورد نیاز، معادل ۲۰ الی ۲۵ درصد کل هزینه‌های جاری سالیانه واحد تولیدی (معادل هزینه‌های ۲ الی ۳ ماه) است. این مسأله برای مواد اولیه خارجی که ممکن است فرآیند سفارش و خرید آن طولانی باشد دوازده ماه در نظر گرفته می‌شود تا ریسک توقف خط تولید به علت فقدان مواد اولیه کاهش یابد. در جدول زیر سرمایه در گردش مورد نیاز برای انجام مطلوب جریان تولید محصول محاسبه شده است.

جدول (۳۵): برآورد سرمایه در گردش مورد نیاز

ردیف	شرح	مقدار مورد نیاز	ارزش کل (میلیون ریال)
۱	مواد اولیه داخلی	۲ ماه	۱۷۰۸۳
۲	مواد اولیه خارجی	۱۲ ماه	-
۳	حقوق و مزایای کارکنان	۲ ماه	۵۰۸
۴	آب و برق، تلفن و سوخت	۲ ماه	۱۳۷
۵	تعمیرات و نگهداری	۲ ماه	۱۷۰
۶	استهلاک	۲ ماه	۲۰۲
۷	هزینه تسهیلات دریافتی	۳ ماه	۷۳۰
۸	هزینه‌های فروش، بیمه، پیش‌بینی نشده	۳ ماه	۲۶۷۰
	مجموع (میلیون ریال)		**۲۱۵۰۰**

۴ـ۵ـ کل سرمایه مورد نیاز طرح

کل سرمایه مورد نیاز برای احداث واحد تولید نانو دی اکسید تیتانیوم شامل دو جزء سرمایه ثابت و سرمایه در گردش است که به‌طور خلاصه در جدول زیر ارائه شده است.

جدول (۳۶): سرمایه‌گذاری کل

ردیف	شرح	ارزش کل (میلیون ریال)
۱	سرمایه ثابت	**۱۹۲۵۶**
۲	سرمایه در گردش	**۲۱۵۰۰**
	مجموع (میلیون ریال)	**۴۰۷۵۶**

ـ نحوه تأمین سرمایه

برای تأمین سرمایه مورد نیاز طرح، از تسهیلات بلندمدت (۲ـ۵ ساله) برای تأمین ۷۰ درصد سرمایه ثابت مورد نیاز و از تسهیلات کوتاه مدت (۶ـ۱۲ ماهه) برای تأمین ۵۰ درصد سرمایه در گردش مورد نیاز استفاده می‌شود.

جدول (۳۷): نحوه تأمین سرمایه

نوع سرمایه	مبلغ (میلیون ریال)	تسهیلات بانکی		سهم سرمایه‌گذاران (میلیون ریال)
		سهم (درصد)	مقدار (میلیون ریال)	
سرمایه ثابت	**۱۹۲۵۶**	۷۰	۱۳۴۷۹	۵۷۷۷
سرمایه در گردش	**۲۱۵۰۰**	۵۰	**۱۰۷۵۰**	**۱۰۷۵۰**
مجموع (میلیون ریال)			**۲۴۲۲۹**	**۱۶۵۲۷**

۶ـ۵ـ شاخص‌های اقتصادی طرح

پس از ارائه جداول مالی سرمایه، هزینه و درآمد، جهت بررسی بیشتر مسائل اقتصادی طرح، لازم است شاخص‌های مهم مرتبط، از قبیل؛ قیمت تمام شده، سود ناخالص سالیانه، نرخ برگشت سرمایه، مدت زمان بازگشت سرمایه، درصد تولید در نقطه سر به سر، درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل، سرانه سرمایه‌گذاری ثابت و ... برای متقاضیان سرمایه‌گذاری طرح تولید نانو دی اکسید تیتانیوم محاسبه شود که در ادامه ارائه می‌شود.

ـ قیمت تمام شده:

$$\text{قیمت تمام شده واحد کالا} = \frac{\text{هزینه سالیانه}}{\text{مقدار تولید سالیانه}} \Rightarrow \text{قیمت تمام شده واحد کالا} = \frac{۱۲۲۶۵۵}{۸۵۰۰۰}$$

ریال ۱۴۴۳۰۰۰ = قیمت تمام شده واحد کالا

ـ سود سالیانه:

میلیون ریال ۴۸۴۵ = سود سالیانه ⇒ هزینه سالیانه ـ فروش کل = سود سالیانه

ـ نرخ برگشت سالیانه سرمایه:

$$\text{درصد برگشت سالیانه} = \frac{\text{سود سالیانه}}{\text{سرمایه‌گذاری کل}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \text{درصد ۱۲ = درصد برگشت سالیانه سرمایه}$$

ـ مدت زمان بازگشت سرمایه

$$\text{مدت زمان بازگشت سرمایه} = \frac{۱۰۰}{\text{درصد برگشت سالیانه سرمایه}} \Rightarrow \text{سال۸=مدت زمان بازگشت سرمایه}$$

ـ محاسبه نقطه سر به سر:

برای محاسبه نقطه سر به سر لازم است هزینه‌های ثابت و متغیر تولید از یکدیگر جدا شود که در جدول زیر انجام شده است.

جدول (۳۸): هزینه‌های ثابت و متغیر تولید

ردیف	شرح	هزینه (میلیون ریال)	هزینه ثابت		هزینه متغیر	
			درصد	مبلغ (میلیون ریال)	درصد	مبلغ (میلیون ریال)
۱	مواد اولیه و بسته‌بندی	**۱۰۲۵۰۰**	۰	-	۱۰۰	**۱۰۲۵۰۰**
۲	حقوق و دستمزد کارکنان	**۳۰۴۹**	۷۰	۲۱۳۴	۳۰	۹۱۵
۳	آب، برق، تلفن و سوخت	**۱۲۸۹**	۲۰	۲۵۸	۸۰	۱۰۳۱
۴	تعمیر و نگهداری	**۱۰۱۴**	۲۰	۲۰۳	۸۰	۸۱۱
۵	استهلاک	**۱۲۰۹**	۱۰۰	۱۲۰۹	۰	-
۶	هزینه تسهیلات دریافتی	۲۹۱۴	۱۰۰	۲۹۱۴	۰	**-**
۷	هزینه فروش	۲۵۵۰	۰	-	۱۰۰	۲۵۵۰
۸	بیمه کارخانه	۲۲۹۰	۱۰۰	۲۲۹۰	۰	-
۹	پیش‌بینی نشده	۵۸۴۰	۳۵	۲۰۴۴	۶۵	۳۷۹۶
جمع		**۱۲۲۶۵۵**	-	**۱۱۰۵۲**	-	**۱۱۱۶۰۳**

درصد ۶۹/۵ $= \frac{۱۱۰۵۲}{۱۲۷۵۰۰-۱۱۱۶۰۳} \times ۱۰۰ =$ درصد تولید در نقطه سر به سر $= \frac{\text{هزینه ثابت}}{\text{هزینه متغیر تولید ـ فروش}}$

ـ میزان فروش در نقطه سر به سر:

میلیون ریال ۸۸۶۴۱ $= \frac{۱۱۰۵۲}{۱ - \frac{۱۱۱۶۰۳}{۱۲۷۵۰۰}} =$ میزان فروش در نقطه سر به سر $= \frac{\text{هزینه ثابت}}{۱ - \frac{\text{هزینه متغیر}}{\text{فروش کل}}}$

ـ درصد سود سالیانه به هزینه کل و فروش کل:

درصد ۳۸ = سود سالیانه به هزینه کل $\Rightarrow$ درصد سود سالیانه به هزینه کل $= \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{هزینه سالیانه}} \times ۱۰۰$

درصد ۳/۸ = سود سالیانه فروش کل $\Rightarrow$ درصد سود سالیانه به فروش $= \frac{\text{سود ناخالص سالیانه}}{\text{فروش کل}} \times ۱۰۰$

ـ درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل:

درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل طرح $= \frac{\text{معادل ریالی سرمایه‌گذاری ارزی}}{\text{سرمایه‌گذاری کل}} \times ۱۰۰$

درصد ۰ = درصد سرمایه‌گذاری ارزی به سرمایه‌گذاری کل طرح $\Rightarrow$

ـ سرمایه‌گذاری ثابت سرانه:

میلیون ریال ۴۹۴ = سرمایه‌گذاری ثابت سرانه $\Rightarrow$ سرمایه‌گذاری ثابت سرانه $= \frac{\text{سرمایه‌گذاری ثابت}}{\text{تعداد کل پرسنل}}$

ـ سرمایه‌گذاری کل سرانه:

میلیون ریال ۱۰۴۷ = سرمایه‌گذاری کل سرانه $\Rightarrow$ سرمایه‌گذاری کل سرانه $= \frac{\text{سرمایه‌گذاری کل}}{\text{تعداد کل پرسنل}}$

ـ ارزش افزوده:

= {(تعمیر و نگهداری + آب، تلفن، برق و سوخت + مواد اولیه)} ـ (فروش کل) = ارزش افزوده

۱۹۶۴۸ = ۱۰۷۸۵۲ - ۱۲۷۵۰۰ = ارزش افزوده

نسبت ارزش افزوده به فروش = ارزش افزوده / فروش کل = ۱۹۶۴۸ / ۱۲۷۵۰۰ = ۰/۱۵

نسبت ارزش افزوده به هزینه سالیانه = ارزش افزوده / هزینه سالیانه = ۱۹۶۴۸ / ۱۲۲۶۵۵ = ۰/۱۶

۶ـ میزان مواد اولیه عمده مورد نیاز سالانه و محل تأمین آن از خارج یا داخل کشور قیمت ارزی و ریالی آن و بررسی تحولات اساسی در روند تأمین اقلام عمده مورد نیاز در گذشته و آینده

عمده مواد اولیه مورد نیاز برای این طرح تترا کلرید تیتانیوم می‌باشد که در حال حاضر به صورت انبوه در داخل کشور تولید نمی‌شود. ولی در بازار ایران با قیمت ریالی این ماده اولیه موجود می باشد. کشورهای چین و آلمان بیشترین وارد کننده این محصول به کشور هستند. در صورت راه اندازی فراوری تیتانیوم کهنوج در استان کرمان و قره آغاج در استان آذربایجان شرقی و تولید تتراکلرید تیتانیوم بصورت مستقیم از ماده معدنی (ایلمنیت) می توان به تولید این محصول و ارزآوری آن برای کشور در آینده امیدوار بود.

میزان تترا کلرید تیتانیوم مورد نیاز در حدود ۲۰۰ تن می باشد. از دیگر مواد اولیه نیز می توان به اسیدها اشاره کرد که بیشتر آنها یا در داخل تولید می‌شوند و یا هزینه کمتری برای وارد کردن آنها لازم است.

۷ـ پیشنهاد منطقه مناسب برای اجرای طرح

در مکان یابی یک طرح توجه نکات ضروری بسیاری، نظیر نزدیکی به محل تأمین مواد اولیه، بازارهای عمده مصرف، امکانات زیربنایی، حمایت‌های دولت و نیروی انسانی متخصص وجود دارد که در ادامه به بررسی گزینه‌های فوق با توجه به وضعیت هر پارامتر در استان تهران و شهرهای آن خواهیم پرداخت.

- **محل تامین مواد اولیه**

عمده مواد اولیه مورد نیاز طرح، تتراکلرید تیتانیوم می‌باشد که می‌توان آنها را از کشورهای چین و آلمان تهیه کرد.

- **بازارهای فروش محصولات**

یکی از معیارهای مکان یابی برای یک طرح، انتخاب مکان مناسب برای ارائه محصولات تولید شده به بازار مصرف می‌باشد. با توجه به ماهیت طرح و لزوم استفاده از این محصول در موارد مختلف، به نظر می‌رسد در کلیه نقاط صنعتی کشور این محصول مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با توجه به موقعیت استراتژی ایران و داشتن مرز با کشورهای مختلف فروش آن به کشورهای همسایه نیز مورد توجه قرار گیرد.

- **امکانات زیربنایی طرح**

نیازهایی زیربنایی طرح، مانند شبکه برق سراسری، راههای ارتباطی و شبکه آبرسانی و فاضلاب و غیره، در سطح نیاز این طرح از شهرک نصیرآباد واقع در استان تهران تامین خواهد شد.

- **نیروی انسانی متخصص**

در طرح حاضر، نیاز به افراد متخصص و با تجربه در زمینه‌های مهندسی شیمی، متالورژی، فراوری مواد معدنی، مکانیک و ... است. با توجه به‌وجود مراکز آموزش عالی معتبر در زمینه تربیت نیروی متخصص، در اکثر استان‌های کشور ازجمله تهران، امکان بهره‌گیری از نیروی متخصص باتجربه در این طرح وجود دارد.

- **حمایت های خاص دولت**

با توجه به اینکه طرح حاضر جزء طرح‌های صنعتی عمومی‌به حساب می‌آید، به نظر نمی‌رسد که شامل حمایت‌های خاص دولت شود. با این حال اگر این طرح در مناطق محروم راه اندازی شود، مشمول بعضی از حمایت‌های دولت می‌شود. باتوجه به بررسی پارامترهای فوق در طرح تولید نانو دی اکسید تیتانیوم، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شهرهای اسلام شهر، نصیر آباد و هشتگرد دارای امکانات و شرایط مناسب‌تری نسبت به دیگر مناطق استان تهران برای راه‌اندازی چنین واحد تولیدی می‌باشند. علاوه‌بر این استان‌های آذربایجان‌غربی و کرمان نسبت به دیگر استان‌ها، شرایط مناسب‌تری برای احداث واحد تولید نانو دی اکسید تیتانیوم دارند.

۸ـ وضعیت تأمین نیروی انسانی و تعداد اشتغال

در واحد تولید نانو دی اکسید تیتانیوم به طور مستقیم برای حدود ۴۰ نفر ایجاد اشتغال می‌نماید. ترکیب نیروی انسانی و تخصص‌های مورد نیاز در این واحد تولیدی در جدول زیر ارائه شده است. شایان ذکر است نیروی متخصص و با تجربه مورد نیاز این واحد تولیدی در استان تهران بیشتر از مناطق دیگر در دسترس می‌باشد.

جدول (۳۹): تخصص و تجربه افراد مورد نیز در واحد تولیدی

عنوان شغلی		تعداد در سه شیفت کاری	تخصص و تجربه کاری مورد نیاز
مدیر ارشد		۱	کارشناسی ارشد در یکی از رشته های مدیریت صنعتی و یا مهندسی صنایع، فراوری مواد معدنی، شیمی و متالورژی با ۱۰ سال سابقه
پرسنل تولیدی	مدیر واحدهای تولیدی	۱	کارشناسی یا کارشناس ارشد در یکی از رشته‌های مهندسی فراوری مواد معدنی، شیمی و متالورژی حداقل با ۵ سال سابقه
	پرسنل تولیدی متخصص	۲	کارشناسی یا کارشناس ارشد در یکی از رشته‌های مهندسی فراوری مواد معدنی، شیمی و متالورژی حداقل با ۵ سال سابقه
	پرسنل تولیدی (تکنسین)	۲	کاردان فنی در یکی از رشته‌های مهندسی فراوری مواد معدنی، شیمی، متالورژی، مکانیک و برق حداقل با ۵ سال سابقه
	کارگر ماهر	۱۲	فوق دیپلم
	کارگر ساده و خدماتی	۸	دیپلم
	جمع پرسنل تولیدی	**۲۶**	**—**
پرسنل غیر تولیدی	مدیر امور اداری، بازرگانی، حراست و ...	۱	کارشناس یا کارشناس ارشد در یکی از رشته‌های مدیریت بازرگانی و اداری و غیره
	کارکنان امور دفتری	۵	کارشناس در رشته‌های اداری، بازرگانی، اقتصاد یا حسابداری
	کارگر خدمات و نگهبان‌ها	۷	دیپلم
	جمع پرسنل غیر تولیدی	**۱۳**	**—**

۹ـ بررسی و تعیین میزان تأمین آب، برق، سوخت، امکانات مخابراتی و ارتباطی (راه ـ راه‌آهن ـ فرودگاه ـ بندر ...) و چگونگی امکان تأمین آنها در منطقه مناسب برای اجرای طرح

الف- تأسیسات برق

اساسی ترین و زیربنایی ترین تأسیسات هر واحد صنعتی، تأسیسات برق می باشد؛ زیرا تقریباً همه دستگاه های اصلی خط تولید نیاز به برق دارند. از طرفی نیروی برق، تأمین کننده انرژی مربوط به سایر تأسیسات و همچنین روشنایی کارخانه خواهد بود. به منظور بررسی تأسیسات برق مورد نیاز واحد، ابتدا مقدار برق مصرفی هر یک از بخش های تولیدی، محوطه، تأسیسات و ... برآورد می‌گردد، سپس تأسیسات مورد نیاز تأمین آن معرفی خواهد شد.

برق مورد نیاز خط تولید

برق مصرفی خط تولید، بخش عمده‌ای از برق مورد نیاز کارخانه می باشد. در این بخش با توجه به کاتالوگ دستگاه‌ها، حداکثر برق مورد نیاز هر دستگاه استخراج شده، در تعداد دستگاه ضرب می شود. مجموع این مقادیر، برق خط تولید را تشکیل می‌دهد که حدود ۲۰۰۰ کیلو وات می‌باشد.

برق مورد نیاز تأسیسات

با توجه به تأسیسات پیش بینی شده برای طرح برق مورد نیاز تأسیسات واحد حدود۳۰۰ کیلو وات برآورد می‌گردد.

برق روشنایی ساختمان ها و محوطه

به منظور برآورد برق مورد نیاز ساختمان ها تخمینی از مقدار برق برحسب مساحت ساختمان ها زده می شود. برای هر متر مربع زیربنای سالن تولید، ساختمان های اداری، رفاهی و خدماتی به طور متوسط ۲۰ وات برق در نظر گرفته می شود. همچنین برای هر متر مربع مساحت انبارها و تأسیسات ۱۰ وات منظور می‌گردد. بنابراین با توجه به مساحت ساختمان ها که به تفضیل در بخش (۵) به بحث پیرامون آن پرداخته شد، ۲۰۰ کیلووات برای روشنایی ساختمان ها، برق پیش بینی می‌گردد.

با توجه به اتلاف بخشی از توان الکتریکی (حدود ۸ تا ۱۰ درصد)، برق مورد نیاز برای واحد تولید.نانو دی اکسید تیتانیوم حدود ۹ کیلو وات در شبانه روز برآورد می‌شود.

ب- محاسبه میزان مصرف آب

آب مورد نیاز در این واحد شامل آب مصرفی خط تولید، بهداشتی و آشامیدنی و آبیاری فضای سبز می‌باشد. آب مورد نیاز خط تولید در این واحد بسیار ناچیز می باشد. مصرف آب آشامیدنی و بهداشتی در این واحد به ازای تعداد پرسنل و با در نظر گرفتن سرانه ۱۳۵ لیتر محاسبه شده است . به منظور تامین آب مورد نیاز فضای سبز و آبیاری محوطه، به ازای هر متر، یک لیتر در روز در نظر گرفته میشود. میزان آب مصرفی روزانه واحد مطابق جدول زیر ارائه شده است.

جدول(۴۰): برآورد میزان آب مصرفی روزانه

واحد مصرف کننده	میزان آب مصرفی (متر مکعب در روز)	توضیحات
آب فرایند تولید	۳	-
ساختمان ها	۱	بهداشتی و آشامیدنی
محوطه	۶	آبیاری فضای سبز
جمع	**۱۰**	-

ج- تجهیزات حمل و نقل

به منظور انجام تدارکات واحد تولیدی یک دستگاه خودرو سبک پیش بینی می‌گردد. یک دستگاه خودروی سواری هم به منظور کارهای اداری پرسنل و ماموریت آنها لازم است. به منظور جابجایی مواد اولیه و محصول نیز یک دستگاه خودرو سنگین جهت کار در انبارهای مواد اولیه و محصول در نظر گرفته می‌شود.

د- محاسبه مصرف سوخت

موارد مصرف سوخت در واحدهای صنعتی شامل سوخت مصرفی به منظور تامین بخار وحرارت مورد نیاز فرآیند، گرمایش ساختمانها و سوخت و سایل حمل و نقل می‌باشد. سوخت مصرفی سیستم گرمایش با توجه به مساحت فضاهای تولید و آزمایشگاه، اداری و خدماتی محاسبه می‌شود. به این ترتیب که به طور متوسط برای آب و هوای معتدل به ازای یکصد متر مربع مساحت ۲۵ لیتر گازوئیل در نظر گرفته میشود . بنابراین با توجه به مساحت بناهای موجود، سوخت مصرفی تاسیسات گرمایش۱۸۰۰ لیتر گازوئیل در هر شبانه روز خواهد بود. برای تامین سوخت وسایل نقلیه سنگین نیز ۱۵۰ لیتر گازوئیل در شبانه روز در نظر گرفته شده است.

۱۰ـ وضعیت حمایت‌های اقتصادی و بازرگانی

ـ حمایت تعرفه گمرکی (محصولات و ماشین‌آلات) و مقایسه با تعرفه‌های جهانی

حمایت تعرفه گمرکی شامل دو بخش تعرفه واردات ماشین‌آلات و مواد نیاز طرح حقوق گمرکی صادرات محصولات واحد تولیدی است که می‌بایست در جهت رشد صنعت انتخاب و اعمال شود. حقوق ورودی ماشین‌آلات خارجی مورد نیاز طرح همانند اکثر ماشین‌آلات صنعتی حدود ۱۰ درصد است که تعرفه نسبتاً پایینی است و به سرمایه‌گذاران هزینه بالایی را تحمیل نمی‌کند. از طرف دیگر در سال‌های اخیر دولت جمهوری اسلامی ایران برای محصولاتی که توانایی رقابت در بازارهای بین‌المللی را داشته باشند و بتوان آنها را به خارج از کشور صادر کرد، مشوق‌هایی در نظر گرفته است و به این واحدها جوایز صادراتی می‌دهد، این مسأله باعث شده است که حجم صادرات غیر نفتی کشور در سال‌های اخیر از رشد فزاینده برخوردار شود. بنابراین در صورت تولیدنانو دی اکسید تیتانیوم با کیفیت و قیمت مناسب مشوق‌هایی برای صادرات آن از طرف دولت در نظر گرفته شده است که باعث رقابتی‌تر شدن محصول در بازارهای کشور هدف می‌شود.

ـ حمایت‌های مالی (واحدهای موجود و طرح‌ها)، بانک‌ها ـ شرکت‌های سرمایه‌گذار

حمایت‌های مالی واحدهای تولیدی شامل اعطای تسهیلات بانکی و نحوه بازپرداخت آنها، همچنین معافیت‌های مالیاتی است که در صورت مناسب بودن آنها تسهیل در اجرای طرح می‌شوند و شرایط را برای سرمایه‌گذاری افراد کارآفرین مهیا می کند. در ادامه به برخی از این شرایط پرداخته می‌شود.

ـ یکی از تسهیلات بانکی مهم برای واحدهای تولیدی، پرداخت وام بانکی بلند مدت تا ۷۰ درصد سرمایه‌گذاری ثابت توسط بانک‌های دولتی کشور است. این مقدار برای مناطق محروم در صورت استفاده از ماشین‌آلات خارجی تا ۹۰ درصد هم قابل افزایش می‌باشد.

نرخ سود تسهیلات ریالی بلند مدت در بخش صنعت ۱۲ درصد است که برای برخی از شرکت‌های تعاونی و واحدهای احداث شده در مناطق محروم قسمتی از سود تسهیلات، توسط دولت به بانک‌ها به‌عنوان یارانه پرداخت می شود.

ـ مدت زمان بازپرداخت تسهیلات بانکی بلند مدت با توجه به ماهیت طرح تولیدی، نوع تکنولوژی و امکان صادر شدن محصول تا حداکثر ۸ سال می‌باشد که امکان استفاده از دوره تنفس یک الی دو ساله بازپرداخت اقساط نیز وجود دارد.

ـ یکی دیگر از تسهیلات بانک مهم، وام‌های بانکی کوتاه مدت (۶ الی ۱۲ ماهه) برای استفاده به‌عنوان سرمایه در گردش مورد نیاز برای انجام فرآیندهای تولید است که شبکه بانکی تا ۷۰ درصد آن را تأمین می‌کند. اخذ تسهیلات کوتاه مدت تا این میزان، منوط به جلب اعتماد بانک‌های عامل و سابقه مطلوب در انجام بازپرداخت تسهیلات دریافتی قبلی است.

ـ علاوه بر تسهیلات بانکی که برای احداث واحدهای تولیدی جدید وجود دارد، برای تشویق سرمایه‌گذاران و هدایت آنها به احداث کارخانجات در مناطق محروم، معافیت‌های مالیاتی در نظر گرفته شده است که برخی از آنها عبارتند از:

۱ـ معافیت مالیاتی تا ۱۰ سال برای اجرای طرح در مناطق محروم

۲ـ هشتاد معافیت مالیاتی تا ۴ سال برای اجرای طرح در شهرک‌های صنعتی

۳ـ مالیات برای مناطق عادی، ۲۵ درصد سود ناخالص تعیین شده است.

۱۱ـ تجزیه و تحلیل و ارائه جمع‌بندی و پیشنهاد نهایی در مورد احداث واحدهای جدید

بطور کلی موارد قابل ذکر در طرح احداث کارخانه تولید نانو دی اکسید تیتانیوم به شرح ذیل می‌باشد:

- محصول طرح مذکور از نیازهای بخش عمده‌ای از صنایع کشور است و بدین جهت از حمایت‌های خاص دولتی و همچنین تسهیلات مناسب برخوردار خواهد بود.
- مطالعات انجام گرفته نشان دهنده آن است که با توجه به کاربردهای این محصول و نیز توسعه صنایع مختلف، نیاز به این محصول و میزان مصرف این ماده در حال افزایش می‌باشد.
- مواد اولیه طرح (تتراکلرید تیتانیوم) را می‌توان با راه‌اندازی پرعیارسازی تیتانیوم کهنوج و قره‌آغاج در داخل کشور تولید کرد و گستردگی تامین آن در داخل کشور وجود دارد، بنابراین می‌توان در بخش‌های مختلف کشور طرح را اجرا نمود.
- بخشی از تجهیزات طرح در داخل کشور قابل تهیه است، که این امر مدت زمان احداث را کاهش داده و همچنین هزینه های خرید خارجی و هزینه‌های حمل را کاهش می دهد.
- محصولات طرح از نیازهای کشور است و مشکلات تامین آن از خارج و واردات را کاهش می‌دهد.
- به جهت مشکلات اشتغال در کشور این طرح می تواند بصورت مستقیم و غیر مستقیم بخشی از مشکلات موجود را تعدیل کند.
- هر چند که قیمت تهیه مواد اولیه (تتراکلرید تیتانیوم) آن بسیار زیاد است ولی با توجه به وجود ذخایر (کانسنگ تیتانیوم) بسیار زیاد آن در کشور و تولید ماده اولیه آن در داخل کشور، تولید این محصول در آینده از سود دهی بیشتری برخوردار خواهد بود.
- با توجه به محاسبات فنی و اقتصادی برای انجام این طرح مدت زمان برگشت سرمایه در حدود ۸ سال و میزان سرمایه گذاری آن ۴۰۸۳۴ میلیون ریال می‌باشد که این مقادیر بیشتر از مقادیر متعارف برای راه‌اندازی واحد تولیدی در شهرک‌های صنعتی است البته این اختلاف از زیاد بودن هزینه خرید ماده اولیه ناشی می‌شود. ولی در عین حال با توجه به نیاز کشور به این ماده و وجود ذخایر اولیه، احداث کارخانه تولید نانو دی اکسید تیتانیوم در کشور را نه تنها منطقی بلکه به فوریتی لازم تبدیل می نماید.

۱۲ـ منابع و ماخذ

۱ـ اداره کل اطلاعات و آمار وزارت صنایع و معادن.

۲ـ مرکز اطلاعات و آمار وزارت بازرگانی.

۳ـ کتاب "مقررات صادرات و واردات سال ۱۳۸۸"، انتشارات شرکت چاپ و نشر بازرگانی.

۴ـ پایگاه اطلاع‌رسانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

۵ـ سازمان صنایع کوچک و شهرک‌های صنعتی ایران

۶ـ نمایندگی شرکت‌های تولیدکنندگان ماشین‌آلات نظیر اطلس کوپکو و متسو مینیرال

۷ـ پایگاه‌های اطلاع‌رسانی شرکت‌های تولید کننده ماشین‌آلات .مانند سایت alibaba

۸ـ سازمان توسعه تجارت ایران

۹ـ اتاق بازرگانی و صنایع و معادن تهران

10- Production of Nanoparticles of Titanium Dioxide by Using a Spinning Disc Reactor, M. Stoller, Department of Chemical Engineering, Sapienza University of Rome Via Eudossiana 18, 00184 Rome, Italy , 2007

۱۱ـ نانو دی اکسید تیتانیوم روش های تولید و کاربرد های آن، لقمان کریمی و محمد میرجلیلی، ماهنامه فناوری نانو، ۱۳۸۸

12- A New Process for the Production of Nano-Sized Tio2 and Other Ceramic Oxides by Spray Hydrolysis, Dirk Verhulst, Bruce J. Sabacky, Timothy M. Spitler and Jan Prochazka, Altair Nanomaterials Inc, 2003

۱۳ـ روش های سنتز نانوذرات دی اکسیدتیتانیوم، مریم سالاری، مسیح رضائی، سید محمد موسوی خویی، پیروز مرعشی، زهرا مصحفی، دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، فصلنامهٔ سرامیک ایران / شمارهٔ ۱۰ تابستان ۱۳۸۶

14- http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/titanium/
15- http://www.daemon-search.com/search/web?q
16- www.aftab.ir/.../c3c1144164843_science_education_technology.php
17- http://agronano.ir/NewsDes.jsp?NewsID=jrmm-mflo-tkxl
18- ww.zimbio.com/Nanotechnology
19- www.alibaba.com

۲۰- شرکت‌ها و موسسات فروش مواد شیمیایی